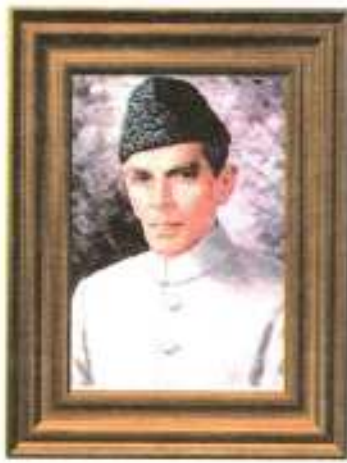
یہ کتاب حکومتِ پنجاب کی طرف سے تعلیمی سال 2018-19 کیلئے
پنجاب کے سرکاری سکولوں میں تقسیم کی گئی جیکٹ میں شامل ہے

ناشر: کاروان بُک ہاؤس، لاہور

"تعلیم پاکستان کے لیے زندگی اور موت کا مسئلہ ہے۔ دنیا اتنی تیزی سے ترقی کر رہی ہے کہ تعلیمی میدان میں مطلوبہ پیش رفت کے بغیر ہم نہ صرف اقوامِ عالم سے پیچھے رہ جائیں گے بلکہ ہو سکتا ہے کہ ہمارا نام و نشان ہی صفحۂ ہستی سے مٹ جائے۔"

قائداعظم محمد علی جناحؒ، بانی پاکستان
(26 ستمبر 1947ء۔ کراچی)

قومی ترانہ

پاک سرزمین شاد باد کشورِ حسین شاد باد
تُو نشانِ عزمِ عالی شان ارضِ پاکستان
مرکزِ یقین شاد باد

پاک سرزمین کا نظام قوّتِ اخوتِ عوام
قوم، مُلک، سلطنت پایندہ تابندہ باد
شاد باد منزلِ مُراد

پرچمِ ستارہ و ہلال رہبرِ ترقّی و کمال
ترجمانِ ماضی، شانِ حال جانِ استقبال
سایۂ خدائے ذوالجلال

عرضِ ناشر

یہ کتاب قومی نصاب ۲۰۰۶ اور نیشنل ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹریلز پالیسی ۲۰۰۷ کے تحت بین الاقوامی معیار پر تیار کی گئی ہے۔ یہ کتاب حکومت پنجاب کی طرف سے تمام سرکاری سکولوں میں بطور واحد ٹیکسٹ بک مہیا کی گئی ہے۔ اگر اس کتاب میں کوئی تصور وضاحت طلب ہو یا متن اور املا وغیرہ میں کوئی غلطی ہو تو اس بارے ادارے کو آگاہ کریں۔ ادارہ آپ کا شکر گزار ہوگا۔

بِسۡمِ اللّٰہِ الرَّحۡمٰنِ الرَّحِیۡمِ ○

ترجمہ: ''شروع اللہ کے نام سے جو بڑا مہربان نہایت رحم والا ہے۔''

فزکس 9

کاروان بک ہاؤس

فہرست

مصنفین: ◦ پروفیسر طاہر حسن ◦ پروفیسر محمد نعیم انور

تیار کردہ: کاروان بک ہاؤس، کچہری روڈ، لاہور

تاریخ اشاعت	تعداد	قیمت
ستمبر 2018ء	20,000	103.00

یونٹ 1

طبعی مقداریں اور پیمائش
(Physical Quantities and Measurement)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کی تکمیل کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی میں فزکس کا اہم کردار بیان کرسکیں۔
- مثالوں سے واضح کرسکیں کہ سائنس کی بنیاد عددی مقداروں اور یونٹس پر مشتمل طبعی مقداروں پر ہے۔
- بنیادی مقداروں اور ماخوذ مقداروں کے مابین فرق کرسکیں۔
- سسٹم انٹرنیشنل کے بنیادی یونٹس، ان کی علامات اور طبعی مقداروں کی فہرست بنا سکیں۔
- بنیادی اور ماخوذ یونٹس کے پری فکسز کی علامات اور ان سے متعلق ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز کو ایک دوسرے سے بدل سکیں۔
- پیمائش اور حسابی عمل کے جوابات سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھ سکیں۔
- لمبائی کی پیمائش سے متعلق ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کے استعمال کا طریقہ کار بیان کرسکیں۔
- پیمائشی اوزار مثلاً میٹر راڈ، ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کی خامیوں کی نشاندہی اور وضاحت کرسکیں۔
- لیبارٹری میں نتائج بتانے اور ریکارڈ کرنے کے لیے اعداد کے اہم ہندسوں کی ضرورت بیان کرسکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

پیمائش — سائنس - VIII

سائنٹیفک نوٹیشن — میتھ - IX

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

پیمائش — فزکس - XI

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- مندرجہ ذیل پیمائشی آلات کے لیسٹ کاؤنٹ / درستی کا موازنہ کرسکیں اور ان کی پیمائش کا دائرہ کار بیان کرسکیں۔

(i) پیمائشی فیتہ

(ii) میٹر راڈ

(iii) ورنیئر کیلیپرز
(iv) مائیکرومیٹر سکریو گیج

- کاغذ کی سکیل بنائیں جس کا لیسٹ کاؤنٹ 0.2 سینٹی میٹر اور 0.5 سینٹی میٹر ہو۔
- دیے گئے ٹھوس سلنڈر کا ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کی مدد سے کراس سیکشنل ایریا معلوم کر سکیں۔ نیز یہ جان سکیں کہ کون سی پیمائش زیادہ صحیح ہے۔
- سٹاپ واچ کے استعمال سے وقت کا وقفہ معلوم کر سکیں۔
- مختلف بیلنسز سے کسی شے کا ماس لیبارٹری میں معلوم کر سکیں اور ان میں سے سب سے زیادہ درست ماس کی نشاندہی کر سکیں۔
- پیمائشی سلنڈر استعمال کرتے ہوئے کسی شے کا والیوم معلوم کر سکیں۔
- حفاظتی آلات اور قوانین کی لسٹ تیار کر سکیں۔
- لیبارٹری میں مناسب حفاظتی آلات استعمال کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- روزمرہ زندگی کی سرگرمیوں میں مختلف پیمائشی آلات کی مدد سے لمبائی، ماس، وقت اور والیوم معلوم کر سکیں۔
- فزکس کی مختلف شاخوں کی لسٹ مع مختصر تعارف بنا سکیں۔

انسان ہمیشہ قدرت کے عجائبات سے تحریک حاصل کرتا رہا ہے۔ وہ ہمیشہ قدرت کے راز جاننے، سچ اور حقیقت کی تلاش میں لگا رہا ہے۔ وہ مختلف مظاہر کے مشاہدات کرتا ہے اور دلائل کی بنیاد پر اُن کے جوابات معلوم کرنے کی کوشش کرتا ہے۔ وہ علم جو مشاہدات اور تجربات کی بنا پر حاصل ہوتا ہے، سائنس کہلاتا ہے۔

سائنس کا لفظ لاطینی زبان کے لفظ scientia سے ماخوذ ہے۔ جس کا مفہوم ہے علم۔ اٹھارویں صدی سے پہلے مادی اجسام کے مختلف پہلوؤں کے مطالعہ کا علم نیچرل فلاسفی (Natural Philosophy) کہلاتا تھا۔ لیکن جوں جوں علم میں وسعت آتی گئی، نیچرل فلاسفی دو بڑی شاخوں میں بٹ گئی۔ فزیکل سائنسز، جو بے جان اشیا کے مطالعہ سے متعلق تھی اور بائیولوجیکل سائنسز، جو جاندار اشیا کے مطالعہ

اہم تصورات

1.1 فزکس کا تعارف
1.2 طبیعی مقداریں
1.3 انٹرنیشنل سسٹم آف یونٹس
1.4 پری فکسز (ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز)
1.5 سائنٹیفک نوٹیشن / سٹینڈرڈ فارم
1.6 پیمائشی آلات
- میٹر راڈ Metre Rod
- ورنیئر کیلیپرز Vernier Callipers
- سکریو گیج Screw Gauge
- فزیکل بیلنس Physical Balance
- سٹاپ واچ Stopwatch
- پیمائشی سلنڈر Measuring Cylinder

1.7 اہم ہندسے Significant figures

جب آپ اس چیز کو جسے بیان کر رہے ہو ماپ سکو اور اسے اعداد میں بتا سکو تو آپ اس کے متعلق کچھ جانتے ہو۔ لیکن جب آپ نہ تو اسے ماپ سکو اور نہ ہی اسے اعداد میں بتا سکو تو آپ کا علم اس شے کے بارے میں نہایت غیر تسلی بخش ہے۔
لارڈ کیلون

آپ کی معلومات کے لیے

اینڈرومیڈا کائنات میں موجود اربوں گلیکسیز میں سے ایک گلیکسی ہے۔

سے متعلق تھی۔

پیمائش سائنس تک ہی محدود نہیں ہے۔ یہ ہماری زندگی کا حصہ ہے۔ یہ طبیعی دنیا کو بیان کرنے اور سمجھنے میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ وقت گزرنے کے ساتھ انسان نے پیمائش کے طریقوں میں نمایاں ترقی کی ہے۔ اس باب میں ہم چند طبیعی مقداروں اور چند مفید پیمائشی آلات کا مطالعہ کریں گے۔ ہم ناپ تول کے ایسے طریق کار بھی جان پائیں گے جن سے ہم مختلف مقداروں کی درست پیمائش کے قابل ہو سکیں۔

1.1 فزکس کا تعارف (Introduction To Physics)

انیسویں صدی میں فزیکل سائنسز کو فزکس، کیمسٹری، علمِ فلکیات، علم طبقات الارض اور موسمیات پانچ واضح شعبوں میں تقسیم کر دیا گیا۔ ان میں سے سب سے بنیادی شعبہ فزکس کا ہے۔ فزکس میں ہم مادہ، انرجی اور ان کے مابین باہمی عمل کا مطالعہ کرتے ہیں۔ فزکس کے اصول اور قوانین فطرت کو سمجھنے میں ہماری مدد کرتے ہیں۔

پچھلے چند سالوں کے دوران سائنس میں برق رفتار ترقی فزکس کے میدان میں نئی دریافتوں اور ایجادات کے باعث ہی ممکن ہو سکی ہے۔ ٹیکنالوجی سائنسی اصولوں کے اطلاق کی حامل ہوتی ہے۔ موجودہ دور میں زیادہ تر ٹیکنالوجی فزکس سے متعلق ہے۔ مثال کے طور پر کار میکینکس کے اصولوں پر بنائی جاتی ہے۔ اور ریفریجریٹر کی بنیاد تھرموڈائنامکس کے اصولوں پر ہے۔

ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہونے والا شاید ہی کوئی ایسا آلہ ہو گا جس میں فزکس کا عمل دخل نہ ہو۔ پکی کو ذہن میں لائیے جو وزنی اشیا اٹھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ بجلی نہ صرف روشنی اور حرارت حاصل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے بلکہ مکینیکل انرجی حاصل کرنے کا ذریعہ بھی ہے جس سے الیکٹرک فین اور موٹریں وغیرہ چلتی ہیں۔ ذرائع آمد و رفت مثلاً کار، ہوائی جہاز، گھریلو آلات مثلاً ریفریجریٹر، ائرکنڈیشنر، ویکیوم کلینر، واشنگ مشین اور مائیکرو ویو اوون وغیرہ تمام فزکس کے اصولوں پر کام کرتے ہیں۔ اسی طرح مواصلات کے ذرائع مثلاً ریڈیو، ٹی وی،

فزکس کی شاخیں

میکینکس: اس میں اجسام کی حرکت کے اثرات اور وجوہات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

حرارت: یہ حرارت کی ماہیت، اس کے اثرات اور انتقالِ حرارت پر بحث کرتی ہے۔

آواز: اس میں آواز کی لہروں کے طبیعی پہلوؤں، ان کی پیدائش، خواص اور اطلاق کا احاطہ کیا جاتا ہے۔

روشنی (بصریات): یہ روشنی کے طبیعی پہلوؤں اور اس کے خواص کے مطالعہ سے متعلق ہے۔ نیز اس میں بصری آلات کے طریقہ کار اور استعمال کا جائزہ بھی لیا جاتا ہے۔

الیکٹرومیگنیٹزم: اس میں ساکن اور متحرک چارجز، ان کے اثرات اور ان کے میگنیٹزم کے ساتھ تعلقات کو زیر بحث لایا جاتا ہے۔

اٹامک فزکس: اس میں ایٹم کی ساخت اور اس کے خواص کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

نیوکلیئر فزکس: یہ ایٹم کے نیوکلیائی اور اس میں موجود پارٹیکلز کے خواص اور طرزِ عمل سے متعلق ہے۔

پلازما فزکس: اس میں مادے کی آیونک حالت کی پیدائش اور خواص پر بحث کی جاتی ہے۔

جیو فزکس: یہ زمین کی اندرونی ساخت کے مطالعہ سے متعلق ہے۔

ٹیلی فون اور کمپیوٹر وغیرہ بھی فزکس کے اطلاق کے نتیجہ میں وجود میں آئے ہیں۔ ان آلات نے ماضی کی بہ نسبت ہماری زندگی زیادہ آسان، تیز اور آرام دہ بنادی ہے۔ مثال کے طور پر ہماری ہتھیلی سے بھی چھوٹے موبائل فون کو ہی لیجیے، اس سے ہم دنیا کے کسی بھی مقام پر لوگوں سے رابطہ قائم کرسکتے ہیں۔ تازہ ترین معلومات حاصل کرسکتے ہیں۔ اس سے تصاویر کھینچی جاسکتی ہیں، انہیں محفوظ کیا جاسکتا ہے۔ اپنے دوستوں کو پیغام بھیج سکتے ہیں۔ ان کے پیغامات وصول کرسکتے ہیں۔ ریڈیو کی نشریات سن سکتے ہیں۔ نیز اسے بطور کیلکولیٹر بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

تاہم سائنسی ایجادات خطرناک قسم کے نقصانات اور تباہی کا باعث بھی بنتی ہیں۔ ان میں سے ایک ماحولیاتی آلودگی ہے اور دوسرا تباہ کن ہتھیار ہیں۔

شکل 1.1: موبائل فون، ویکیوم کلینر

کیا آپ جانتے ہیں؟

ہوا سے چلنے والی ٹربائنز آلودگی سے پاک بجلی پیدا کرنے کا ذریعہ ہیں۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. ہم فزکس کا مطالعہ کیوں کرتے ہیں؟
2. فزکس کی پانچ شاخوں کے نام بتایئے۔

1.2 طبیعی مقداریں (Physical Quantities)

تمام قابلِ پیمائش مقداروں کو طبیعی مقداریں کہتے ہیں۔ مثلاً لمبائی، ماس، وقت اور ٹمپریچر۔ کسی بھی طبیعی مقدار میں دو خصوصیات مشترک ہوتی ہیں۔ پہلی خاصیت اس کی عددی قیمت اور دوسری وہ یونٹ جس میں اس کو ماپا گیا ہے۔ مثال کے طور پر اگر کسی طالب علم کی لمبائی 104 سینٹی میٹر ہے تو 104 اس کی عددی قیمت ہے جبکہ سینٹی میٹر لمبائی کا یونٹ ہے۔ اسی طرح جب ایک دکاندار یہ کہتا ہے کہ ہر بیگ میں 5 کلوگرام چینی ہے تو وہ بیگ میں موجود چینی کی عددی قیمت اور اس کا یونٹ بتا رہا ہوتا ہے۔ صرف 5 یا صرف کلوگرام کہنا بے معنی ہوگا۔ طبیعی مقداروں کو بنیادی اور ماخوذ مقداروں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

شکل 1.2: قد کی پیمائش

بنیادی مقداریں (Base Quantities)

وہ مقداریں جن کی بنیاد پر دوسری مقداریں اخذ کی جائیں بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔

سات طبیعی مقداریں ایسی ہیں جو باقی تمام طبیعی مقداروں کے لیے بنیاد فراہم کرتی ہیں۔ لمبائی، ماس، وقت، الیکٹرک کرنٹ، ٹمپریچر، روشنی کی شدت اور مادے کی مقدار (تعداد کے حوالے سے) بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔

ماخوذ مقداریں (Derived Quantities)

وہ مقداریں جو بنیادی مقداروں سے اخذ کی گئی ہوں ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔

وہ طبیعی مقداریں جو بنیادی مقداروں سے اخذ کی جاتی ہیں ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔ ان میں ایریا، والیوم، سپیڈ، فورس، ورک، انرجی، پاور، الیکٹرک چارج، الیکٹرک پوٹینشل، وغیرہ شامل ہیں۔

1.3 یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم (International System of Units)

ماپنا صرف گننا نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر جب ہمیں دودھ یا چینی کی ضرورت ہوتی ہے تو ہمارے لیے یہ جاننا بھی ضروری ہے کہ ہم دودھ یا چینی کی کتنی مقدار کی بات کر رہے ہیں۔ کسی بھی نامعلوم مقدار کی پیمائش یا موازنہ کرنے کے لیے ہمیں معیاری مقداروں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک بار معیار مقرر کر لیے جائیں تو یہ مقداریں ان معیاروں کے حوالے سے بیان کی جا سکتی ہیں۔ ان معیاری مقداروں کو یونٹ کہتے ہیں۔ سائنس اور ٹیکنالوجی میں ترقی کے ساتھ ساتھ پوری دنیا میں ایک مشترکہ قابل قبول یونٹس کے نظام کی بے انتہا ضرورت محسوس کی گئی۔ خاص طور پر سائنسی اور فنی معلومات کے تبادلے کے لیے اوزان اور پیمائشوں پر پیرس میں منعقدہ گیارہویں جنرل کانفرنس میں پیمائش کا ایک ہمہ گیر نظام اپنایا گیا جسے یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم کہتے ہیں۔

بنیادی یونٹس (Base Units)

وہ یونٹ جو بنیادی مقداروں کو بیان کرتے ہیں بنیادی یونٹس کہلاتے ہیں۔ ہر بنیادی مقدار کا ایک SI یونٹ ہوتا ہے۔ ٹیبل 1.1 میں سات بنیادی مقداروں کے نام، ان کی علامات اور ان کے SI یونٹس دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.1: بنیادی مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات

مقدار		SI یونٹ	
نام	علامت	نام	علامت
لمبائی	l	میٹر	m
ماس	m	کلوگرام	kg
وقت	t	سیکنڈ	s
الیکٹرک کرنٹ	I	ایمپیئر	A
روشنی کی شدت	L	کنڈیلا	cd
ٹمپریچر	T	کیلون	K
مادے کی مقدار	n	مول	mol

ماخوذ یونٹس (Derived Units)

ماخوذ مقداروں کی پیمائش میں استعمال ہونے والے یونٹس ماخوذ یونٹس کہلاتے ہیں۔ ماخوذ یونٹس کو بنیادی یونٹس کے حوالے سے بیان کیا جاتا ہے۔ یہ ایک یا زائد بنیادی یونٹس کے حاصل ضرب یا تقسیم سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ ایریا کا یونٹ (m^2) اور والیوم کا یونٹ (m^3) لمبائی کے بنیادی یونٹ میٹر (m) سے حاصل کیے گئے ہیں۔ سپیڈ اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ ہے۔ اس لیے اس کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ (ms^{-1}) ہے۔ اسی طرح سے ڈینسٹی، فورس، پریشر، پاور، وغیرہ کے یونٹس کو ایک یا زائد بنیادی یونٹس کی بنیاد پر اخذ کیا جاتا ہے۔ ٹیبل 1.2 میں چند ماخوذ یونٹس اور ان کی علامات دی گئی ہیں۔

ٹیبل 1.2: ماخوذ مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات

مقدار		یونٹ	
نام	علامت	نام	علامت
سپیڈ	v	میٹر فی سیکنڈ	ms^{-1}
ایکسلریشن	a	میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ	ms^{-2}
والیوم	V	کیوبک میٹر	m^3
فورس	F	نیوٹن	N یا $kgms^{-2}$
پریشر	P	پاسکل	Pa یا Nm^{-2}
ڈینسٹی	ρ	کلوگرام فی کیوبک میٹر	$kg\ m^{-3}$
الیکٹرک چارج	Q	کولمب	C یا As

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. آپ بنیادی اور ماخوذ مقداروں میں کس طرح فرق کر سکتے ہیں؟
2. مندرجہ ذیل میں سے بنیادی مقدار کی نشاندہی کیجیے۔
(i) سپیڈ (ii) ایریا (iii) فورس (iv) فاصلہ
3. درج ذیل میں سے بنیادی اور ماخوذ مقداریں الگ کیجیے۔
ڈینسٹی، فورس، ماس، سپیڈ، وقت، لمبائی، ٹمپریچر اور والیوم۔

1.4 پری فکسز (Prefixes)

بعض مقداریں یا تو بہت بڑی ہوتی ہیں یا بہت چھوٹی۔ مثال کے طور پر 250,000 میٹر، 0.002 واٹ، 0.000،002 گرام، وغیرہ۔ SI یونٹس میں یہ خوبی ہے کہ ان کے ملٹی پلز یا سب ملٹی پلز پری فکسز کی صورت میں ظاہر کیے جا سکتے ہیں۔ پری فکسز وہ الفاظ یا حروف ہیں جو SI یونٹس کے شروع میں اضافی طور پر شامل کیے جاتے ہیں۔ جیسے کہ کلو (kilo)، میگا (mega)، گیگا (giga)، ملی (milli) اور مائیکرو (micro) وغیرہ۔ پری فکسز ٹیبل 1.3 میں دیے گئے ہیں۔ یہ پری فکسز انتہائی بڑی اور چھوٹی مقدار کو ظاہر کرنے کے لیے مفید ہیں۔ مثال کے طور پر 20,000 گرام کو کلوگرام میں ظاہر کرنے کے لیے اسے 1000 پر تقسیم کیجیے۔

پس 20kg = 20,000/1000 کلوگرام = 20,000 گرام

یعنی $20kg = 20{,}000g = 20 \times 10^3 g$

ٹیبل 1.4 میں لمبائی کے ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز دیے گئے ہیں۔ تاہم کسی بھی مقدار کے ساتھ دوہرے پری فکس استعمال نہیں ہوتے۔ مثال کے طور پر کلوگرام کے ساتھ کوئی دوسرا پری فکس استعمال نہیں ہوگا۔ کیونکہ اس میں ایک پری فکس کلو (kilo) پہلے ہی موجود ہے۔ ٹیبل 1.3 میں دیے گئے پری فکسز بنیادی اور ماخوذ دونوں اقسام کے یونٹس میں استعمال ہوتے ہیں۔ آئیے چند مزید مثالوں کا مطالعہ کرتے ہیں۔

(i) $200\,000\ ms^{-1} = 200\times10^3\ ms^{-1} = 200\ kms^{-1}$

(ii) $4\,800\,000\ W = 4\,800\times10^3\ W = 4\,800\ kW$

$= 4.8\times10^6\ W = 4.8\ MW$

جدول 1.3: یونٹس کے ساتھ استعمال ہونے والے پری فکسز

ضربی	علامت		پری فکس
10^{18}	ایکسا	E	exa
10^{15}	پیٹا	P	peta
10^{12}	ٹیرا	T	tera
10^{9}	گیگا	G	giga
10^{6}	میگا	M	mega
10^{3}	کلو	k	kilo
10^{2}	ہیکٹو	h	hecto
10^{1}	ڈیکا	da	deca
10^{-1}	ڈیسی	d	deci
10^{-2}	سینٹی	c	centi
10^{-3}	ملی	m	milli
10^{-6}	مائیکرو	μ	micro
10^{-9}	نینو	n	nano
10^{-12}	پیکو	p	pico
10^{-15}	فیمٹو	f	femto
10^{-18}	اٹو	a	atto

جدول 1.4: لمبائی کے ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز

1 km	10^3 m
1 cm	10^{-2} m
1 mm	10^{-3} m
1 μm	10^{-6} m
1 nm	10^{-9} m

(iii) 3 300 000 000 Hz $= 3\,300 \times 10^6$ Hz $= 3\,300$ MHz
$= 3.3 \times 10^3$ MHz $= 3.3$ GHz

(iv) 0.00002 g $= 0.02 \times 10^{-3}$ g $= 20 \times 10^{-6}$ g
$= 20$ µg

(v) 0.000 000 0081m $= 0.0081 \times 10^{-6}$ m $= 8.1 \times 10^{-9}$ m
$= 8.1$ nm

1.5 سائنٹیفک نوٹیشن (Scientific Notation)

فزکس میں ہمیں اکثر بہت بڑے اور بہت چھوٹے اعدا سے واسطہ پڑتا ہے۔ ان کو زیادہ فہم انداز میں لکھنے کے لیے سائنسی طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ جس میں اعداد کو 10 کی مناسب پاور یا پری فکس استعمال کرتے ہوئے لکھا جاتا ہے جسے سائنٹیفک نوٹیشن یا سٹینڈرڈ فارم (Standard form) کہتے ہیں۔ چاند زمین سے 384000000 میٹر کے فاصلہ پر ہے۔ چاند اور زمین کے درمیان اس فاصلہ کو 3.84×10^8 میٹر سے بھی بیان کیا جاسکتا ہے۔ اعداد کو اس طرح بیان کرنے سے ان اعداد میں موجود صفروں سے چھٹکارا مل جاتا ہے۔ سائنٹیفک نوٹیشن میں کوئی بھی عدد 1 تا 10 کے درمیانی عدد کو اعشاری اضعاف کے ساتھ بیان کیا جاتا ہے۔ مثلاً 62750 کے عدد کو 62.75×10^3 یا 6.275×10^4 یا 0.6275×10^5 کی صورت میں لکھا جاسکتا ہے۔ یہ تمام تو ٹھیک ہیں لیکن وہ عدد جس میں اعشاریہ سے قبل ایک نان زیرو ہندسہ موجود ہے یعنی 6.275×10^4 سے بطور سٹینڈرڈ فارم ترجیح دی جاتی ہے۔ اسی طرح 0.00045 سیکنڈ کی سٹینڈرڈ فارم 4.5×10^{-4} سیکنڈ ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. اکثر استعمال ہونے والے پانچ پری فکسز کے نام لکھیے۔
2. سورج زمین سے ایک سو پچاس ملین (یعنی پندرہ کروڑ) کلومیٹر کے فاصلہ پر ہے۔ اسے
(a) عام طریقہ سے لکھیے (b) سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھیے۔
3. نیچے دیے گئے اعداد کو سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھیے۔
(a) 3000000000 ms^{-1} (b) 6400000 m
(c) 0.0000000016 g (d) 0.0000548 s

1.6 پیمائشی آلات (Measuring Instruments)

مختلف طبیعی مقداروں مثلاً لمبائی، ماس، وقت، والیوم، وغیرہ کی پیمائش کے لیے مختلف آلات استعمال کیے جاتے ہیں۔ ماضی میں استعمال ہونے والے پیمائشی آلات اتنے قابل اعتماد اور درست نہیں تھے جتنے ہم آج کل استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر تیرھویں صدی میں وقت کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والے آلات جن میں دھوپ گھڑیاں، آبی کلاک، وغیرہ شامل تھیں کچھ زیادہ قابل اعتماد نہ تھے۔ جبکہ آج کل استعمال ہونے والی گھڑیاں اور ڈیجیٹل کلاک انتہائی قابل اعتماد اور درست سمجھے جاتے ہیں۔ آئیے فزکس لیبارٹری میں پیمائش کے لیے استعمال ہونے والے چند آلات کا مطالعہ کریں۔

آپ کی معلومات کے لیے

ہبل خلائی دوربین زمین کے گرد گردش کرتی ہے۔ یہ ستاروں سے متعلق معلومات فراہم کرتی ہے۔

میٹر راڈ (Metre Rod)

شکل 1.3: میٹر راڈ

شکل 1.3 میں دکھایا گیا میٹر راڈ لمبائی کی پیمائش کا آلہ ہے۔ یہ عام طور پر لیبارٹری میں کسی چیز کی لمبائی یا دو پوائنٹس کے درمیان فاصلہ کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ ایک میٹر یعنی 100 سینٹی میٹر لمبا ہوتا ہے۔ اس پر ہر سینٹی میٹر 10 چھوٹے حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے جسے ملی میٹر (mm) کہتے ہیں۔ میٹر راڈ پر کم سے کم ریڈنگ ایک ملی میٹر (1mm) ہے۔ یہ میٹر راڈ کا لیسٹ کاؤنٹ (Least count) کہلاتا ہے۔

لمبائی یا فاصلہ ماپتے وقت آنکھ ہمیشہ پیمائش کے مقام سے عموداً اوپر ہونی چاہیے جیسا کہ شکل (1.4 b) میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آنکھ پیمائش کے مقام سے دائیں یا بائیں ہوگی تو پیمائش مشکوک ہوگی۔

شکل 1.4 (a) ریڈنگ کے لیے آنکھ کی غلط پوزیشن (b) ریڈنگ کے لیے آنکھ کی درست پوزیشن

پیمائشی فیتہ (Measuring Tape)

میٹر اور سینٹی میٹر میں پیمائش کے لیے پیمائشی فیتہ استعمال کیا جاتا ہے۔ بڑھئی اور لوہار پیمائشی فیتہ استعمال کرتے ہیں۔ پیمائشی فیتہ ایک پتلی کاٹن، دھات یا پلاسٹک کی پٹی پر مشتمل ہوتا ہے جس کی لمبائی عموماً 10 میٹر، 20 میٹر، 50 میٹر یا 100 میٹر ہوتی ہے۔ اس پر سینٹی میٹر اور انچ کندہ ہوتے ہیں۔

شکل 1.5: پیمائشی فیتہ

ورنیئر کیلیپرز (Vernier Callipers)

میٹر راڈ کی مدد سے حاصل کی گئی پیمائش ایک ملی میٹر (1mm) تک درست ہوتی ہے۔ اس سے زیادہ درست پیمائش کے لیے ورنیئر کیلیپرز استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ آلہ دو جبڑوں پر مشتمل ہوتا ہے جیسا کہ شکل (1.6) میں دکھایا گیا ہے۔ غیر متحرک جبڑا

شکل 1.6: بند جبڑوں کے ساتھ ورنیئر کیلیپرز

مین سکیل (main scale) سے منسلک ہوتا ہے۔ مین سکیل پر سینٹی میٹر اور ملی میٹر کے نشان کندہ ہوتے ہیں۔ متحرک جبڑا ایک متحرک سکیل سے منسلک ہوتا ہے جسے ورنیئر سکیل کہتے ہیں۔ ورنیئر سکیل میں 9 ملی میٹر فاصلے کو دس برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے وہ ہر حصہ 0.9 ملی میٹر کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح مین سکیل اور ورنیئر سکیل کے چھوٹے حصوں کے مابین 0.1 ملی میٹر کا فرق ہوتا ہے جسے ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ (Least count) کہتے ہیں۔

$$\text{لیسٹ کاؤنٹ} = \frac{\text{مین سکیل پر چھوٹی ریڈنگ}}{\text{ورنیئر سکیل پر درجوں کی تعداد}}$$

$$1\text{mm} / 10 = 0.1\text{ mm}$$

پس لیسٹ کاؤنٹ $= 0.1\text{ mm} = 0.01\text{ cm}$

مختصر مشق

کاغذ کی ایک پٹی کاٹیے۔ اسے لمبائی کے رخ پر تہ کیجیے۔ میٹر راڈ کی مدد سے اس کی لمبائی کے رخ پر سینٹی میٹر اور نصف سینٹی میٹر کے فاصلہ پر نشان لگائیے۔ درج ذیل سوالات کے جواب دیجیے۔

1. آپ کے سکیل کی حد کیا ہے؟
2. اس کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟
3. کاغذ کے سکیل کی مدد سے ایک پنسل کی لمبائی معلوم کیجیے۔ اس کا موازنہ میٹر راڈ کی مدد سے کی گئی لمبائی سے کیجیے۔ ان میں سے کون سی زیادہ صحیح ہے اور کیوں؟

ورنیئر کیلیپرز کا طریقہ کار

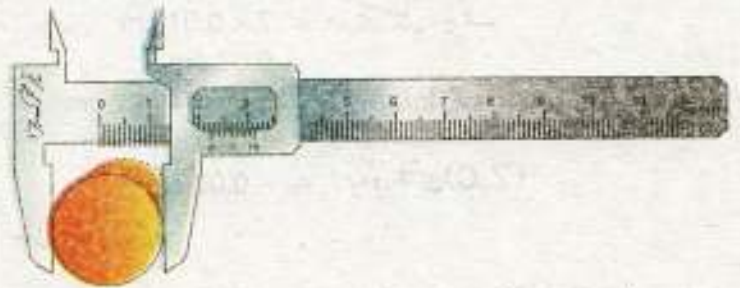
سب سے پہلے پیمائشی آلے میں غلطی کا امکان معلوم کیجیے۔ اسے ورنیئر کیلیپرز کا زیرو ایرر کہتے ہیں۔ زیرو ایرر جاننے سے ضروری تصحیح کر کے صحیح پیمائش معلوم کی جا سکتی ہے۔ اس قسم کی تصحیح زیرو کوریکشن کہلاتی ہے۔ زیرو کوریکشن نیگیٹیو زیرو ایرر کے مساوی ہوتی ہے۔

زیرو ایرر اور زیرو کوریکشن

زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے ورنیئر کیلیپرز کے دونوں جبڑوں کو نرمی سے بند کیجیے۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے عین سامنے ہو تو زیرو ایرر صفر ہوگا (شکل 1.7a)۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے عین سامنے نہ ہو تو آلے میں زیرو ایرر موجود ہوگا۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے دائیں جانب ہوگی (شکل 1.7b) تو زیرو ایرر پوزیٹیو ہوگا۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے بائیں جانب ہوگی تو زیرو ایرر نیگیٹیو ہوگا (شکل 1.7c)۔

شکل 1.7: زیرو ایرر
(a) صفر
(b) +0.07 cm
(c) -0.02 cm

ورنیئر کیلیپرز سے ریڈنگ لینا

آیئے ورنیئر کیلیپرز کی مدد سے ایک ٹھوس سلنڈر کا ڈایا میٹر معلوم کریں۔ کسی ٹھوس سلنڈر کو ورنیئر کیلیپرز کے جبڑوں کے درمیان رکھیے جیسا کہ شکل (1.8) میں دکھایا گیا ہے۔ جبڑوں کو نرمی سے بند کیجیے۔ یہاں تک کہ یہ سلنڈر کو نرمی سے دبا لے۔

شکل 1.8: ورنیئر کیلیپرز کے بیرونی جبڑوں کے درمیان رکھا گیا سلنڈر

مین سکیل پر مکمل ہونے والے درجے تک کی ریڈنگ ٹیبل کی صورت میں نوٹ کیجیے۔ اب یہ معلوم کیجیے کہ ورنیئر سکیل کی کون سی لائن مین سکیل کی کسی بھی لائن سے ملتی ہے۔ اسے لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دے کر مین سکیل کی ریڈنگ میں جمع کیجیے۔ یہ ٹھوس سلنڈر کے ڈایا میٹر کی پیمائش ہوگی۔ درست پیمائش کے لیے زیرو کوریکشن جمع کیجیے۔ اوپر دیے گئے عمل کو کم از کم تین مرتبہ دہرایئے۔ ہر بار ٹھوس سلنڈر کو گھمایئے اور نئے مشاہدات کا اندراج کیجیے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟
2. آپ کی فزکس لیبارٹری میں استعمال ہونے والے ورنیئر کیلیپرز کی رینج کیا ہے؟
3. ورنیئر سکیل پر کتنے درجے ہوتے ہیں؟
4. ہم زیرو کوریکشن کیوں استعمال کرتے ہیں؟

مثال 1.1

ورنیئر کیلیپرز میں موجود (شکل 1.8) میں دکھائے گئے ٹھوس سلنڈر کا ڈایا میٹر معلوم کیجیے۔

حل

زیرو کوریکشن

ورنیئر کیلیپرز کے جبڑوں کو بند کرنے پر ورنیئر سکیل سے حاصل ہونے والی پوزیشن شکل (1.7b) میں دکھائی گئی ہے۔

مین سکیل ریڈنگ = 0.0 cm

مین سکیل سے ملنے والا ورنیئر سکیل کا درجہ = 7 div.

ورنیئر سکیل ریڈنگ = 7 × 0.01 cm
= 0.07 cm

زیرو ایرر (Z.E) = 0.0 cm+0.07 cm
= + 0.07 cm

زیرو کوریکشن (Z.C) = − 0.07 cm

سلنڈر کا ڈایا میٹر

جب دیا گیا سلنڈر ورنیئر کیلیپرز کے جبڑوں میں رکھا گیا ہے (شکل 1.8)۔

مین سکیل ریڈنگ = 2.2 cm

مین سکیل سے ملنے والا ورنیئر سکیل کا درجہ = 6 div.

ورنیئر سکیل کی ریڈنگ = 6 × 0.01 cm
= 0.06 cm

دیے گئے سلنڈر کا مشاہداتی ڈایا میٹر = 2.2 cm+0.06 cm
= 2.26 cm

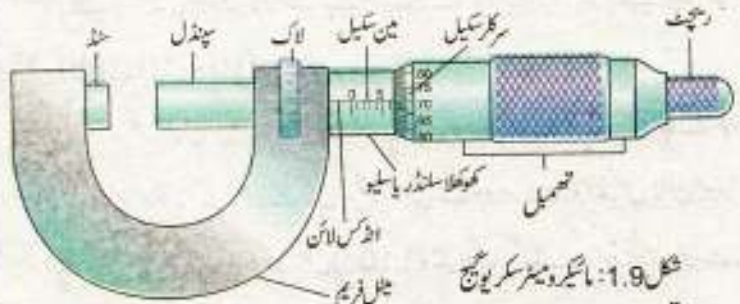
دیے گئے سلنڈر کا تصحیح شدہ ڈایا میٹر = 2.26 cm-0.07 cm
= 2.19 cm

پس ورنیئر کیلیپرز کی مدد سے دیے گئے سلنڈر کا تصحیح شدہ ڈایا میٹر 2.19 سینٹی میٹر ہے۔

ڈیجیٹل ورنیئر کیلیپرز

مکینیکل ورنیئر کیلیپرز کی بہ نسبت ڈیجیٹل ورنیئر کیلیپرز سے حاصل کردہ پیمائش زیادہ درست ہوتی ہیں۔ ڈیجیٹل ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ عموماً 0.01 ملی میٹر یا 0.001 سینٹی میٹر ہوتا ہے۔

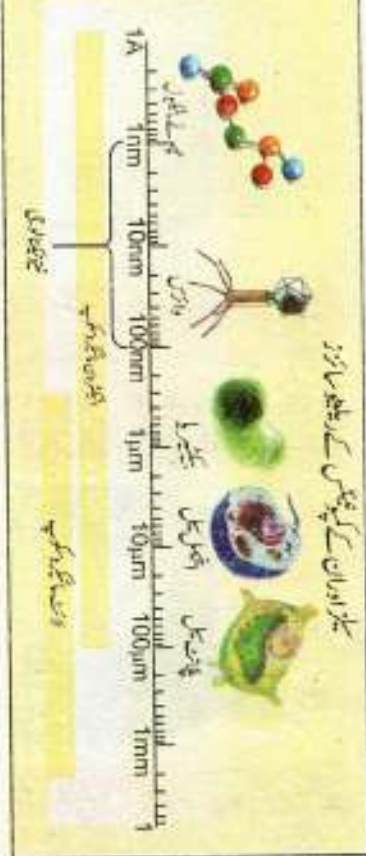
سکریوگیج (Screw Gauge)

سکریوگیج ایک ایسا آلہ ہے جسے ورنیئر کیلیپرز کی بہ نسبت زیادہ درستی سے چھوٹی چھوٹی لمبائیوں کی پیمائش معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے مائیکرومیٹر سکریو گیج بھی کہتے ہیں۔ یہ ایک U شکل کے دھاتی فریم پر مشتمل ہوتا ہے جس کے ایک جانب ایک دھاتی بٹن (stud) لگا ہوتا ہے جیسا کہ شکل (1.9) میں دکھایا گیا ہے۔ اس سٹڈ کے دوسری جانب ایک کھوکھلا سلنڈر یا سلیو (sleeve) لگا ہوتا ہے۔ اس کھوکھلے سلنڈر پر اس کے ایکسز کے پیرالل انڈکس لائن ہوتی ہے جس پر ملی میٹر میں درجے لگے ہوتے ہیں۔ یہ کھوکھلا سلنڈر بطور نٹ (nut) کام کرتا ہے۔ یہ سٹڈ کے مخالف سمت میں U شکل کے فریم کے سرے پر فکس ہوتا ہے۔ تھمبل (thimble) کے اندر چوڑی دار سپنڈل (spindle) لگی ہوتی ہے۔ جیسے ہی تھمبل ایک چکر مکمل کرتا ہے سپنڈل ایک ملی میٹر انڈکس لائن کی سمت میں حرکت کرتی ہے جس کی وجہ سپنڈل پر دو متصل چوڑیوں کا درمیانی فاصلہ ایک ملی میٹر کے مساوی ہوتا ہے۔ سپنڈل پر موجود چوڑیوں کے اس فاصلے کو سکریوگیج کی پچ کہتے ہیں۔

شکل 1.9: مائیکرومیٹر سکریوگیج

تھمبل کے ایک کنارے کے گرد 100 درجے ہوتے ہیں۔ یہ سکریوگیج کی سرکلر سکیل ہے۔ تھمبل کے ایک چکر مکمل کرنے پر 100 درجے انڈکس لائن کے سامنے سے گزرتے ہیں اور تھمبل مین سکیل پر ایک ملی میٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ پس سرکلر سکیل کے ایک درجہ کی انڈکس لائن سے حرکت تھمبل کو مین سکیل پر 1/100 ملی میٹر یعنی 0.01 ملی میٹر حرکت دیتی ہے۔ سکریوگیج کا لیسٹ کاؤنٹ اس طرح بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{لیسٹ کاؤنٹ} = \frac{\text{سکریوگیج کی پچ}}{\text{سرکلر سکیل پر درجوں کی تعداد}}$$

دلچسپ معلومات

مالیکیولز اور مائیکرو آرگنزمز کی جسامتوں میں نسبت

1Å, 1nm, 10nm, 100nm, 1µm, 10µm, 100µm, 1mm

لیسٹ کاؤنٹ = 1mm/100

= 0.01 ملی میٹر = 0.001 سینٹی میٹر

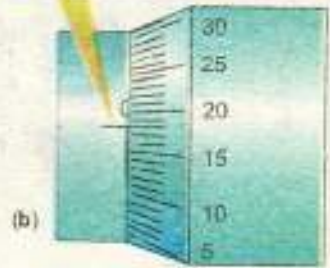
پس سکریو گیج کا لیسٹ کاؤنٹ 0.01 ملی میٹر یا 0.001 سینٹی میٹر ہے۔

سکریو گیج کا طریقہ کار

پہلا مرحلہ سکریو گیج کا زیرو ایرر معلوم کرنا ہے۔

زیرو ایرر

زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے ریچٹ کو کلاک وائز سمت میں گھمائیے یہاں تک کہ سپنڈل اور سٹڈ آپس میں مل جائیں۔ اب اگر سرکلر سکیل کی زیرو لائن انڈکس لائن کے عین اوپر آ جاتی ہے جیسا کہ شکل (1.10a) میں دکھایا گیا ہے تو زیرو ایرر صفر ہوگا۔

اگر سرکلر سکیل کی زیرو لائن انڈکس لائن تک نہیں پہنچ پاتی تو زیرو ایرر پوزیٹیو ہوگا۔ ایسی صورت میں سرکلر سکیل کے وہ درجے جنہوں نے انڈکس لائن عبور نہیں کی معلوم کیجیے اور انہیں لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دے کر زیرو ایرر معلوم کیجیے جیسا کہ شکل (1.10b) میں دکھایا گیا ہے۔

اگر سرکلر سکیل کی زیرو لائن انڈکس لائن کو عبور کر کے آگے نکل جائے تو زیرو ایرر نیگیٹیو ہوگا۔ ایسی صورت میں سرکلر سکیل کے وہ درجے جو انڈکس لائن عبور کر چکے ہیں معلوم کیجیے جیسا کہ شکل (1.10c) میں دکھایا گیا ہے۔ اور انہیں لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دے کر نیگیٹیو زیرو ایرر معلوم کیجیے۔

مثال 1.2

سکریو گیج کی مدد سے کسی تار کا ڈایا میٹر معلوم کیجیے۔

حل

دی گئی تار کا ڈایا میٹر درج ذیل طریقہ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

(i) ریچٹ کو کلاک وائز گھمائیے یہاں تک کہ سپنڈل، سٹڈ سے آ کر مل جائے۔

(ii) زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے مین سکیل اور سرکلر سکیل کی ریڈنگ نوٹ کیجیے اور زیرو ایرر کی مدد سے زیرو کوریکشن معلوم کیجیے۔

(iii) سکریو گیج کے ریچٹ کو اینٹی کلاک وائز گھما کر سٹڈ اور سپنڈل کے درمیان

شکل 1.10: سکریو گیج کا زیرو ایرر (a) صفر (b) +0.18 mm (c) -0.05 mm

موجود خلا کو کھولیں۔ دی گئی تار کو اس خلا میں رکھیں جیسا کہ شکل (1.11) میں دکھایا گیا ہے۔ اب ریچٹ کو واپس گھمائیے یہاں تک کہ تار سپنڈل اور سٹڈ کے درمیان نرمی سے دب جائے۔

سٹڈ اور سپنڈل کے درمیان رکھی گئی تار

سرکلر سکیل پر ریڈنگ 85 درجے ہے۔ اسے لیسٹ کاؤنٹ یعنی 0.01 mm سے ضرب دینے سے یہ 0.85mm کے برابر ہو جاتی ہے۔

اعشاری حصے کو نظر انداز کرتے ہوئے مین سکیل ریڈنگ 1mm ہے۔

شکل 1.11: سکریو گیج کی مدد سے کسی تار کا ڈایامیٹر معلوم کرنا

(iv) دی گئی تار کا ڈایامیٹر معلوم کرنے کے لیے سکریو گیج کی مین سکیل اور سرکلر سکیل کی ریڈنگ نوٹ کیجیے۔

(v) زیرو کوریکشن کے اطلاق سے تار کا درست ڈایامیٹر معلوم کیجیے۔

(vi) تار کے مختلف مقامات پر (iii)، (iv) اور (v) مرحلوں کو دہرائیں تاکہ تار کا اوسط ڈایامیٹر معلوم کیا جاسکے۔

مختصر مشق

1. سکریو گیج کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟
2. آپ کی لیبارٹری میں موجود سکریو گیج کی پچ کیا ہے؟
3. آپ کی لیبارٹری میں موجود سکریو گیج کی رینج کیا ہے؟
4. دیے گئے دو آلات میں سے کون سا زیادہ ٹھیک ہے اور کیوں؟
(a) ورنیئر کیلیپرز (b) سکریو گیج

شکل 1.12: سکریو گیج کا زیرو ایرر

زیرو کوریکشن

سکریو گیج کا خلا ختم ہونے پر (شکل 1.12)

مین سکیل ریڈنگ = 0 mm

سرکلر سکیل ریڈنگ = 24 × 0.01 mm

سکریو گیج کا زیرو ایرر = 0 mm + 0.24 mm

= +0.24 mm

زیرو کوریکشن (Z.C) = −0.24 mm

تار کا ڈایامیٹر (شکل 1.11)

مین سکیل ریڈنگ = 1 mm

جب تار سپنڈل اور سٹڈ کے درمیان نرمی سے دبی ہوئی ہو۔

مزید معلومات

میٹر راڈ کا لیسٹ کاؤنٹ 1mm جبکہ ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ 0.1 mm اور سکریو گیج کا لیسٹ کاؤنٹ 0.01mm ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ سکریو گیج سے کی جانے والی پیمائش پہلے دونوں کی بہ نسبت انتہائی درست سمجھی جاتی ہے۔

سرکلر سکیل پر درجوں کی تعداد = 85 درجے

سرکلر سکیل ریڈنگ = 85 × 0.01 mm
= 0.85 mm

دی گئی تار کا مشاہداتی ڈایامیٹر = 1mm+0.85 mm
= 1.85 mm

دی گئی تار کا تصحیح شدہ ڈایامیٹر = 1.85 mm - 0.24 mm
= 1.61 mm

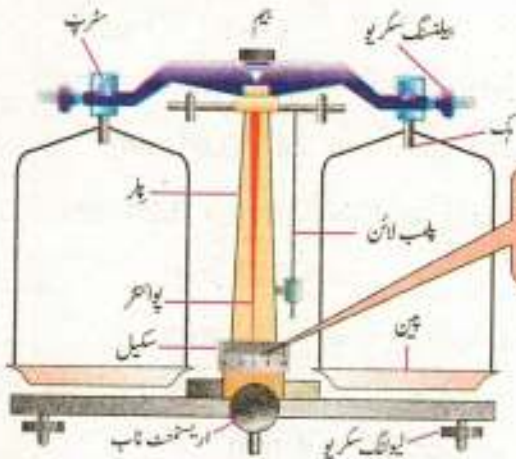
پس دی گئی تار کا تصحیح شدہ ڈایامیٹر 1.61 ملی میٹر ہے۔

ماس ماپنے کے آلات (Mass Measuring Instruments)

زمانہ قدیم میں اناج کی پیمائش کے لیے برتن استعمال کیے جاتے تھے۔ تاہم رومی اور یونانی ناپ تول کے لیے ترازو بھی استعمال کرتے تھے۔ بیم بیلنس (Beam balance) جیسا کہ شکل (1.13) میں دکھایا گیا ہے آج بھی دنیا کے بہت سے علاقوں میں استعمال ہو رہے ہیں۔ اس کے ایک پلڑے میں مناسب نامعلوم ماس کی شے رکھی جاتی ہے اور دوسرے پلڑے میں مناسب معلوم ماسز ڈال کر بیلنس کو متوازن کیا جاتا ہے۔ آج کل مختلف اقسام کے مکینیکل اور الیکٹرونک بیلنس استعمال کیے جاتے ہیں۔ آپ نے پنساری اور مٹھائی کی دکانوں پر الیکٹرونک بیلنس دیکھے ہوں گے۔ یہ بیم بیلنس کی بہ نسبت زیادہ صحیح اور استعمال میں آسان ہوتے ہیں۔

شکل 1.13: بیم بیلنس

فزیکل بیلنس (Physical Balance)

لیبارٹری میں فزیکل بیلنس کی مدد سے مختلف اقسام کا ماس معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ ایک بیم (beam) اور اس کے درمیان میں لگے فلکرم پر مشتمل ہوتا ہے۔ جس

شکل 1.14: فزیکل بیلنس

مختصر مشق

1. فزیکل بیلنس میں لگے متوازن کرنے والے سکریوز کا کیا مقصد ہے؟
2. کس پلڑے میں شے رکھی جاتی ہے اور کیوں؟

کے دونوں سروں پر لگے ہک کی مدد سے ایک ایک پلڑا لٹکا دیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (1.14) میں دکھایا گیا ہے۔

آگ بجھانے کا آلہ

مثال 1.3

فزیکل بیلنس کی مدد سے ایک چھوٹے پتھر کے ٹکڑے کا ماس معلوم کیجیے۔

حل

دی گئی شے کا ماس معلوم کرنے کے لیے درج ذیل اقدامات کیجیے۔

(i) بیلنس کے پلیٹ فارم کو لیول کرنے کے لیے لیولنگ سکریوز کو پلب لائن کی مدد سے ایڈجسٹ کیجیے۔

(ii) اریسٹنگ ناب (arresting knob) کو کلاک وائز سمت میں گھما کر بیم کو آہستہ سے بلند کیجیے۔ بیم کے کناروں پر موجود متوازن کرنے والے سکریوز کی مدد سے سوئی کو صفر پر لائیے۔

(iii) اریسٹنگ ناب کو واپس گھما کر بیم کو واپس سہاروں پر رکھیے۔ دیا گیا پتھر کا ٹکڑا (شے) بائیں پلڑے میں رکھیں۔

(iv) ویٹ بکس (weight box) میں سے مناسب معیاری ماس دائیں پلڑے میں رکھیے۔ بیم کو اٹھائیے۔ اگر سوئی صفر پر نہ ہو تو بیم واپس رکھیے۔

(v) اب دائیں پلڑے میں موجود معیاری ماس میں مناسب ردوبدل کیجیے تاکہ سوئی بیم بلند کرنے کی صورت میں صفر پر رک جائے۔

(vi) دائیں پلڑے میں موجود معیاری ماس نوٹ کیجیے۔ ان سب کا مجموعہ بائیں پلڑے میں موجود شے کے ماس کے مساوی ہوگا۔

لیور بیلنس (Lever Balance)

لیور بیلنس شکل (1.15) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ بیلنس لیورز کے ایک سسٹم پر مشتمل ہوتا ہے۔ لیور کے سسٹم سے منسلک سوئی لیور کو بلند کرنے پر حرکت کرتی ہے۔ اس کے ایک پلڑے میں کوئی شے اور دوسرے پلڑے میں معیاری ماسز رکھے جاتے ہیں۔ جب سوئی صفر پر آ کر ٹھہر جاتی ہے تو شے کا ماس دوسرے پلڑے میں موجود معیاری ماسز کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

شکل 1.15: لیور بیلنس

شکل 1.16: الیکٹرونک بیلنس

الیکٹرونک بیلنس (Electronic Balance)

الیکٹرونک بیلنس شکل (1.16) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ بیلنس مختلف رینج میں آتے ہیں۔ ملی گرام رینج، گرام رینج، کلوگرام رینج۔ کسی شے کے ماس کی پیمائش کرنے سے پہلے بیلنس کو آن (ON) کیجیے۔ اس کی ریڈنگ صفر پر لائیے۔ اب وہ شے جس کا ماس معلوم کرنا ہے اس پر رکھیے۔ بیلنس کی ریڈنگ اس پر رکھی گئی شے کا ماس ظاہر کرے گی۔

انتہائی درست بیلنس (The Most Accurate Balance)

مختلف بیلنسز سے ایک روپے کے سکے کا ماس معلوم کیا گیا جیسا کہ نیچے دیا گیا ہے۔

(a) بیم بیلنس

سکے کا ماس = 3.2 گرام

ایک حساس (sensitive) بیم بیلنس میں 0.1 گرام یا 100 ملی گرام تک کی تبدیلی ظاہر کرنے کی اہلیت ہوتی ہے۔

(b) فزیکل بیلنس

سکے کا ماس = 3.24 گرام

فزیکل بیلنس سے کی جانے والی پیمائش حساس بیم بیلنس سے زیادہ بہتر ہوتی ہے۔ چونکہ اس بیلنس میں 0.01 گرام یا 10 ملی گرام تک کی تبدیلی ظاہر کرنے کی اہلیت ہوتی ہے۔

(c) الیکٹرونک بیلنس

سکے کا ماس = 3.247 گرام

الیکٹرونک بیلنس کسی حساس فزیکل بیلنس سے بھی زیادہ درست پیمائش کرتا ہے۔ چونکہ یہ بیلنس 0.001 گرام یا 1 ملی گرام تک کی تبدیلی انتہائی درستی سے ظاہر کرتا ہے۔ پس الیکٹرونک بیلنس اوپر دیے گئے تمام بیلنسز کی بہ نسبت زیادہ حساس ہوتا ہے۔

مزید معلومات

کسی جسم کے ماس کی پیمائش کی درستی مختلف بیلنسز میں مختلف ہوتی ہے۔ ایک حساس بیلنس ماس کی بڑی مقدار کی پیمائش نہیں کر سکتا۔ اسی طرح ماس کی بڑی مقدار کی پیمائش کرنے والا بیلنس حساس نہیں ہو سکتا۔

بعض ڈیجیٹل بیلنسز 0.0001g یعنی 0.1mg تک فرق کی پیمائش کر سکتے ہیں۔ ایسے بیلنسز انتہائی حساس تصور کیے جاتے ہیں۔

شکل 1.17: مکینیکل سٹاپ واچ

سٹاپ واچ (Stopwatch)

سٹاپ واچ وقت کے کسی خاص وقفہ کی پیمائش کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ یہ دو طرح کی ہوتی ہے۔ مکینیکل سٹاپ واچ اور ڈیجیٹل سٹاپ واچ۔ مکینیکل سٹاپ واچ کی مدد سے کم از کم 0.1 سیکنڈ تک کے وقفے کی پیمائش کی جا سکتی ہے۔ لیبارٹری

میں عام استعمال ہونے والی ڈیجیٹل سٹاپ واچ سے وقت کے سوویں سیکنڈ (1/100) یعنی 0.01 سیکنڈ تک کے وقفے کی پیمائش کی جا سکتی ہے۔

شکل 1.18: ڈیجیٹل سٹاپ واچ

سٹاپ واچ کیسے استعمال کی جاتی ہے؟

مکینیکل سٹاپ واچ کو چابی دینے کے لیے ایک ناب موجود ہوتی ہے۔ اس کے علاوہ اسے چلانے، روکنے اور دوبارہ سیٹ کرنے کے لیے بٹن لگا ہوتا ہے۔ چلانے کے لیے بٹن ایک بار دبایا جاتا ہے۔ دوسری بار دبانے پر یہ رُک جاتی ہے۔ جبکہ تیسری بار دبانے پر اس کی سوئی صفر پر واپس آ جاتی ہے۔

جیسے ہی سٹارٹ/سٹاپ بٹن دبایا جاتا ہے ڈیجیٹل سٹاپ واچ گزرنے والے وقت کو ظاہر کرنے کے لیے چل پڑتی ہے۔ جونہی سٹارٹ/سٹاپ بٹن دوبارہ دبایا جاتا ہے یہ رُک جاتی ہے اور وقت کے سٹارٹ اور سٹاپ کے درمیانی وقفے کو ظاہر کرتی ہے۔ جبکہ ری سیٹ بٹن سے اسے صفر والی پہلی جگہ پر لایا جاتا ہے۔

لیبارٹری میں موجود حفاظتی آلات

سکول کی لیبارٹری میں درج ذیل آلات کا ہونا ضروری ہے۔

- کوڑے دان
- آگ بجھانے کا آلہ
- آگ لگنے کا الارم
- فرسٹ ایڈ بکس
- ریت اور پانی کی بالٹیاں
- آگ بجھانے والا کمبل

عمومی خطرہ　زہر　تابکار

الیکٹرک خطرہ　دھماکہ خیز　آتش گیر

پیمائشی سلنڈر (Measuring Cylinder)

پیمائشی سلنڈر شیشے یا پلاسٹک کا بنا ہوتا ہے۔ جس کی لمبائی کے رُخ پر ملی لٹر میں درجے لگے ہوتے ہیں۔ پیمائشی سلنڈر 100 ملی لٹر سے 2500 ملی لٹر تک کی گنجائش کے ہوتے ہیں۔ یہ مائع یا پاؤڈر اشیا کے والیوم کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ مائع میں ناحل پذیر اشیا کے والیوم کی پیمائش کے لیے بھی استعمال ہوتے ہیں۔ اس مقصد کے لیے ٹھوس شے، پیمائشی سلنڈر میں موجود پانی یا مائع میں ڈال دی جاتی ہے۔ سلنڈر میں پانی یا مائع کی سطح بلند ہو جاتی ہے۔ مائع میں ڈالی گئی ٹھوس شے کا والیوم سلنڈر میں ہونے والے اضافہ کے مساوی ہوتا ہے۔

(a) غلط حالت　(b) درست حالت

شکل 1.19 (a) آنکھ مائع کی سطح سے بلند ہونے پر مائع کا والیوم نوٹ کرنے کا غلط طریقہ۔
(b) آنکھ مائع کی سطح کے مساوی رکھ کر مائع کا والیوم نوٹ کرنے کا درست طریقہ۔

پیمائشی سلنڈر کیسے استعمال کیا جاتا ہے؟

پیمائشی سلنڈر کو استعمال کرتے وقت کسی ہموار سطح پر عموداً رکھنا چاہیے۔ ایک پیمائشی سلنڈر لیجیے۔ اسے میز پر عموداً رکھیے۔ اس میں نوٹ کریں تو پانی کی سطح گولائی میں ہوگی (شکل 1.19)۔ زیادہ تر مائعات میں بالائی سطح کی گولائی نیچے کی طرف ہوتی ہے جبکہ پارے (مرکری) کی گولائی اوپر کی طرف ہوتی ہے۔ سلنڈر میں مائع کی سطح کو نوٹ کرنے کا صحیح طریقہ آنکھ کو اتنی ہی بلندی پر رکھنا ہے جو بالائی سطح کی ہے۔ جیسا کہ شکل (1.19b) میں دکھایا گیا ہے۔ آنکھ سلنڈر میں مائع کی سطح سے بلند رکھ کر مائع کی سطح کو نوٹ کرنا درست نہیں ہے۔ جیسا کہ شکل (1.19a) میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آنکھ مائع کی سطح سے بلند ہوگی تو سکیل پر مائع کی سطح بلند ظاہر ہوگی۔ اسی طرح اگر آنکھ مائع کی سطح سے نیچے ہوگی تو مائع کی سطح اصل بلندی سے کم ظاہر ہوگی۔

کسی بے ڈھنگے ٹھوس جسم کے والیوم کی پیمائش

پیمائشی سلنڈر سے پانی میں ڈوب جانے والے چھوٹے سے کسی بھی شکل کے ٹھوس جسم کا والیوم معلوم کیا جا سکتا ہے۔ آیئے ایک پتھر کے ٹکڑے کا والیوم معلوم کریں۔ سکیل والا ایک پیمائشی سلنڈر لیجیے۔ اس میں موجود پانی کا ابتدائی والیوم (V_i) نوٹ کیجیے۔ ٹھوس شے (پتھر) کو دھاگے سے باندھیے۔ اسے سلنڈر میں ڈالیے یہاں تک کہ یہ مکمل طور پر پانی میں ڈوب جائے۔ سلنڈر میں موجود پانی کا آخری والیوم (V_f) نوٹ کیجیے۔

ٹھوس جسم کا والیوم ($V_f - V_i$) ہوگا۔

1.7 اہم ہندسے (Significant Figures)

کسی بھی طبیعی مقدار کو ایک عدد اور مناسب یونٹ کی مدد سے بیان کیا جاتا ہے۔ کسی مقدار کی پیمائش اس کی اصل قدر معلوم کرنے کی کوشش ہوتی ہے۔ کسی طبیعی مقدار کی پیمائش کے بالکل درست ہونے کا انحصار مندرجہ ذیل عوامل پر ہوتا ہے۔

لیبارٹری کے حفاظتی قواعد

طلبہ کو معلوم ہونا چاہیے کہ حادثہ کی صورت میں کیا کرنا ہے۔ لیبارٹری میں کسی حادثہ یا ناگہانی صورتحال سے نمٹنے کے لیے چارٹ یا پوسٹر آویزاں کرنے چاہیے۔ اپنی اور لیبارٹری میں موجود دوسروں کی حفاظت کے لیے نیچے دیے گئے قواعد پر عمل کیجیے۔

- استاد کی اجازت کے بغیر کوئی تجربہ نہ کیجیے۔
- لیبارٹری میں کھانے پینے، کھیلنے کودنے سے پرہیز کیجیے۔
- مختلف آلات اور اشیا استعمال کرنے سے پہلے ان پر درج ہدایت اور احتیاط کا توجہ سے مطالعہ کیجیے۔
- آلات اور اشیا کو احتیاط سے استعمال کیجیے۔
- کسی شک کی صورت میں اپنے استاد سے مشورہ کرنے میں بالکل مت ہچکچائیں۔
- لیبارٹری میں لگے الیکٹرک اور دوسرے آلات کو مت چھیڑیں۔
- کسی حادثہ یا نقصان کی صورت میں فوراً اپنے استاد کو رپورٹ کیجیے۔

+ پیمائش کرنے والے آلہ کی خوبی
+ مشاہدہ کرنے والے کی مہارت
+ کیے گئے مشاہدات کی تعداد

مثال کے طور پر ایک طالب علم پیمائشی فیتہ کی مدد سے ایک کتاب کی لمبائی 18 سینٹی میٹر ماپتا ہے۔ اس کی پیمائش میں اہم ہندسوں کی تعداد دو ہے۔ بائیں طرف کا ہندسہ 1 درست معلوم ہندسہ ہے جبکہ دائیں جانب موجود 8 کا ہندسہ مشکوک ہندسہ ہے۔ جس کے متعلق طالب علم ممکن ہے پُر یقین نہ ہو۔

ایک دوسرا طالب علم اسی کتاب کی میٹر راڈ کی مدد سے پیمائش کرتا ہے۔ وہ دعویٰ کرتا ہے کہ اس کی لمبائی 18.4 سینٹی میٹر ہے۔ اس پیمائش میں تینوں ہندسے اہم ہیں۔ بائیں طرف کے دونوں ہندسے 1 اور 8 اہم معلوم ہندسے ہیں جبکہ دائیں طرف کا ہندسہ 4 مشکوک ہندسہ ہے۔ جس کے متعلق طالب علم ممکن ہے پُر یقین نہ ہو۔

ایک تیسرا طالب علم اسی کتاب کی پیمائش 18.425 سینٹی میٹر ماپتا ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ وہ بھی پیمائش کے لیے اسی میٹر راڈ کو استعمال کرتا ہے۔ اس پیمائش میں بھی اہم ہندسے تین ہی ہیں۔ یعنی 1، 8 اور 4۔ 1 اور 8 معلوم اہم ہندسے ہیں جبکہ 4 بائیں طرف سے پہلا مشکوک ہندسہ ہے۔ 2 اور 5 اہم ہندسے نہیں ہیں۔ کیونکہ میٹر راڈ کی مدد سے لی گئی پیمائش ان ہندسوں کو معتبر نہیں بناتی۔ اعشاریہ سے تیسرے بلکہ دوسرے درجے تک پیمائش اس آلہ سے ممکن ہی نہیں ہے۔

تاہم پیمائش کے بہتر آلات کے استعمال سے پیمائش کے اہم ہندسوں کی تعداد بڑھتی ہے۔ اہم ہندسوں میں ایک تخمینی یا مشکوک ہندسہ اور تمام درست معلوم ہندسے شامل ہیں۔ زیادہ اہم ہندسوں کا مطلب ہے پیمائش میں زیادہ درستی۔

درج ذیل اصول اہم ہندسوں کی شناخت میں مددگار ہیں۔

(i) نان زیرو ہندسے ہمیشہ اہم ہوتے ہیں۔

(ii) دو اہم ہندسوں کے درمیان موجود تمام صفر اہم ہوتے ہیں۔

پیمائش میں اہم ہندسے معلوم کرنے کے قواعد

(i) نان زیرو ہندسے ہمیشہ اہم ہوتے ہیں۔ 27 میں 2 ہندسے اہم ہیں۔ 275 میں 3 ہندسے اہم ہیں۔

(ii) اہم ہندسوں کے درمیان موجود صفر اہم ہوتے ہیں۔ 2705 میں 4 ہندسے اہم ہیں۔

(iii) اعشاری حصہ میں آخری صفر اہم ہوتے ہیں۔ 275.00 میں 5 ہندسے اہم ہیں۔

(iv) اعشاریہ کے بعد بائیں طرف کی تمام صفر جو جگہ پُر کرنے کے لیے درج کیے جاتے ہیں غیر اہم ہوتے ہیں۔
0.03 میں صرف 1 ہندسہ اہم ہے۔
0.027 میں 2 ہندسے اہم ہیں۔

مثال

(iii) اعشاری حصہ میں دائیں طرف کا آخری صفر بھی اہم ہوتا ہے۔

(iv) بائیں طرف کے وہ تمام صفر جو اعشاریہ میں جگہ پُر کرنے کے لیے درج کیے جاتے ہیں اہم نہیں ہوتے۔

(v) وہ تمام اعداد جن کے اختتام پر ایک یا زیادہ صفر ہوں یہ صفر اہم ہو بھی سکتے ہیں اور نہیں بھی۔ ان صورتوں میں یہ واضح نہیں ہوتا کہ کون سا صفر مقام کا تعین کرتا ہے اور کون سا صفر پیمائش کا حصہ ہے۔ ایسی صورت میں مقدار کو سائنٹیفک نوٹیشن میں بیان کرنے سے ان کا تعین کیا جا سکتا ہے۔

اعشاری اعداد کو راؤنڈ کرنا
(Rounding the Numbers)

(i) اگر آخری ہندسہ 5 سے کم ہو تو اسے چھوڑ دیجیے۔ اس طرح رہ گئے عدد میں اہم ہندسوں کی تعداد کم رہ جائے گی۔ مثلاً 1.943 میں 3 کے ہندسے کو چھوڑ کر باقی رہ جانے والا ہندسہ 1.94 ہے جس میں تین ہندسے اہم ہیں۔

(ii) اگر آخری ہندسہ 5 سے زیادہ ہو تو اس کے بائیں جانب والے ہندسے میں 1 کا اضافہ کیجیے۔ اس طرح عدد میں اہم ہندسوں کی تعداد بھی کم ہو جائے گی۔ مثلاً 1.47 راؤنڈ کرنے پر 1.5 ہوگا۔

(iii) اگر آخری ہندسہ 5 ہو تو اسے قریبی جفت عدد میں بدل دیجیے۔ مثلاً 1.35 راؤنڈ کرنے پر 1.4 ہوگا جبکہ 1.45 بھی راؤنڈ کرنے پر 1.4 ہوگا۔

مثال 1.4

درج ذیل اعداد میں اہم ہندسوں کی تعداد معلوم کیجیے اور انہیں سائنٹیفک نوٹیشن میں بھی بیان کیجیے۔

(a) 100.8 s (b) 0.00580 km (c) 210.0 g

حل

(a) چاروں ہندسے اہم ہیں۔ پس اہم ہندسوں کی تعداد 4 ہے۔ اس عدد کو سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھنے کے لیے ہم اعشاریہ کو 2 درجے بائیں لے جاتے ہیں۔

پس $100.8\ s = 1.008 \times 10^2\ s$

(b) پہلے 2 صفر اہم نہیں ہیں۔ یہ اہم ہندسوں کے مقام کا تعین کرتے ہیں۔ اس میں اہم ہندسوں کی تعداد 3 ہے۔ یعنی 5، 8 اور آخری صفر۔ سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھنے کے لیے ہم اعشاریہ کو 3 درجے دائیں لے جاتے ہیں۔ پس

$$0.00580\ km = 5.80 \times 10^{-3}\ km$$

(c) آخری صفر اہم ہے۔ کیونکہ یہ اعشاریہ کے بعد میں آتا ہے۔ آخری صفر اور 1 کا درمیانی صفر بھی اہم ہیں۔ اس طرح اہم ہندسوں کی تعداد 4 ہے۔ سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھنے کے لیے ہم اعشاریہ کو 2 درجے بائیں لے جاتے ہیں۔ پس

$$210.0\ g = 2.100 \times 10^2\ g$$

خلاصہ

- فزکس سائنس کی وہ شاخ ہے جو مادے، انرجی اور ان کے درمیان تعلق کا احاطہ کرتی ہے۔
- مکینکس، حرارت، آواز، روشنی (بصریات)، الیکٹریسٹی اور میگنیٹزم، نیوکلیئر فزکس اور کوانٹم فزکس، فزکس کی چند نمایاں شاخیں ہیں۔
- فزکس ہماری روزمرہ زندگی میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ مثال کے طور پر الیکٹریسٹی ہر جگہ استعمال کی جاتی ہے۔ گھریلو اور دفتری آلات، صنعتی مشینری، ذرائع آمدورفت اور ذرائع مواصلات، وغیرہ تمام فزکس کے بنیادی قوانین اور اصولوں پر کام کرتے ہیں۔
- ہر قابلِ پیمائش مقدار طبیعی مقدار کہلاتی ہے۔ وہ مقداریں جنہیں آزادانہ بیان کیا جاسکے، بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔
- سات مقداروں کو بنیادی مقداروں کے طور پر منتخب کیا گیا ہے۔ ان میں لمبائی، ماس، وقت، الیکٹرک کرنٹ، ٹمپریچر، روشنی کی شدت اور کسی شے میں مادے کی مقدار شامل ہیں۔
- وہ مقداریں جنہیں بنیادی مقداروں کے تعلق سے بیان کیا جاسکے، ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔ مثال کے طور پر سپیڈ، ایریا، ڈینسٹی، فورس، پریشر، انرجی، وغیرہ۔
- یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم (SI) دنیا بھر میں پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ SI میں سات بنیادی مقداروں کے یونٹس میٹر، کلوگرام، سیکنڈ، ایمپیئر، کیلون، کنڈیلا اور مول ہیں۔
- پری فکسز وہ الفاظ ہیں جو کسی یونٹ کے شروع میں اضافی طور پر شامل کیے جاتے ہیں۔ یہ یونٹ کے ملٹی پلز یا سب ملٹی پلز کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر کلو، میگا، ملی، مائیکرو، وغیرہ۔
- سائنٹیفک نوٹیشن میں اعداد کو دس کی مناسب پاور یا پری فکس سے لکھا جاتا ہے اور ڈیسی مل پوائنٹ سے پہلے صرف ایک نان زیرو ہندسہ ہوتا ہے۔
- ورنیئر کیلیپرز چھوٹی لمبائیوں کو ماپنے کا آلہ ہے جیسا کہ سلنڈر کا اندرونی یا بیرونی ڈایا میٹر یا اس کی لمبائی وغیرہ۔
- سکریو گیج نہایت چھوٹی لمبائیوں کو ماپنے کا آلہ ہے جیسا کہ کسی تار کا ڈایا میٹر یا کسی دھاتی چادر کی موٹائی وغیرہ۔
- بیم بیلنس کی اصلاح شدہ قسم فزیکل بیلنس ہے جو چھوٹے اجسام کا ماس ماپنے یا موازنہ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
- سٹاپ واچ وقت کے کسی خاص وقفہ کی پیمائش کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ مکینیکل سٹاپ واچ کا لیسٹ کاؤنٹ 0.1 سیکنڈ ہوتا ہے جبکہ ڈیجیٹل سٹاپ واچ کا لیسٹ کاؤنٹ 0.01 سیکنڈ ہے۔
- پیمائشی سلنڈر ایک درجہ دار شیشے کا سلنڈر ہے۔ جس پر ملی لٹرز میں نشانات لگے ہوتے ہیں۔ یہ مائعات اور چھوٹے اجسام کا والیوم ماپنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
- کسی بھی مقدار میں درست معلوم ہندسے اور ان سے منسلک دائیں طرف کا پہلا تخمینی یا مشکوک ہندسہ اس کے اہم ہندسے کہلاتے ہیں۔ یہ کسی بھی پیمائش کی گئی مقدار کے بالکل درست ہونے کو ظاہر کرتے ہیں۔

سوالات

1.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگایئے۔

(i) SI میں بنیادی یونٹس کی تعداد ہے

(a) 3 (b) 6 (c) 7 (d) 9

(ii) ان میں سے کون سا یونٹ ماخوذ یونٹ نہیں ہے؟

(a) پاسکل (b) کلوگرام (c) نیوٹن (d) واٹ

(iii) کسی شے میں مادے کی مقدار معلوم کرنے کا یونٹ ہے۔

(a) گرام (b) کلوگرام (c) نیوٹن (d) مول

(iv) 200 مائیکرو سیکنڈ کا وقفہ مساوی ہے۔

(a) 0.2 s (b) 0.02 s

(c) 2×10^{-4} s (d) 2×10^{-6} s

(v) درج ذیل میں سے کون سی مقدار سب سے چھوٹی ہے؟

(a) 0.01 g (b) 2 mg

(c) 100 mg (d) 5000 ng

(vi) کسی ٹیسٹ ٹیوب کا انٹرنل ڈایا میٹر معلوم کرنے کے لیے انتہائی موزوں آلہ کون سا ہے؟

(a) میٹر راڈ (b) ورنیئر کیلیپرز

(c) پیمائشی فیتہ (d) سکریو گیج

(vii) ایک طالب علم نے سکریو گیج سے کسی تار کا ڈایا میٹر 1.032 ملی میٹر معلوم کیا۔ آپ اس سے کس حد تک متفق ہیں۔

(a) 1 mm (b) 1.0 mm

(c) 1.03 mm (d) 1.032 mm

(viii) پیمائشی سلنڈر سے معلوم کیا جاتا ہے۔

(a) ماس (b) ایریا (c) والیوم (d) کسی مائع کا لیول

(ix) ایک طالب علم نے سکریو گیج کی مدد سے شیشے کی شیٹ کی موٹائی معلوم کی۔ مین سکیل پر ریڈنگ 3 درجے ہے۔ جبکہ انڈکس لائن کے سامنے آنے والا سرکلر سکیل کا درجہ 8 واں ہے۔ اس طرح اس کی موٹائی ہے:

(a) 3.8 cm (b) 3.08 mm

(c) 3.8 mm (d) 3.08 cm

(x) کسی عدد میں اہم ہندسے ہوتے ہیں:

(a) تمام ہندسے (b) تمام درست معلوم ہندسے

(c) تمام درست معلوم ہندسے اور پہلا مشکوک ہندسہ

(d) تمام درست معلوم ہندسے اور تمام مشکوک ہندسے

1.2 بنیادی مقداروں اور ماخوذ مقداروں میں کیا فرق ہے؟ ہر ایک کی تین مثالیں دیجیے۔

1.3 درج ذیل میں سے بنیادی یونٹس کی نشاندہی کیجیے۔ جول، نیوٹن، کلوگرام، ہرٹز، مول، ایمپیئر، میٹر، کیلون، کولمب اور واٹ۔

1.4 درج ذیل ماخوذ مقداریں کن مقداروں سے اخذ کی گئی ہیں؟

(a) سپیڈ (b) والیوم (c) فورس (d) ورک

1.5 اپنی عمر کا اندازہ سیکنڈز میں بتایئے۔

1.6 سائنس کی ترقی میں SI یونٹس نے کیا کردار ادا کیا ہے؟

1.7 ورنیئر کونسٹنٹ سے کیا مراد ہے؟

1.8 کسی پیمائشی آلہ کے زیرو ایرر کے متعلق آپ کیا جانتے ہیں؟

1.9 پیمائشی آلات میں زیرو ایرر کا استعمال کیوں ضروری ہے؟

1.10 سٹاپ واچ کیا ہوتی ہے؟ لیبارٹری میں استعمال ہونے والی مکینیکل سٹاپ واچ کا لیسٹ کاؤنٹ کتنا ہوتا ہے؟

1.11 ہمیں وقت کے انتہائی قلیل وقفوں کو ماپنے کی ضرورت کیوں پڑتی ہے؟

1.12 کسی پیمائش میں اہم ہندسوں سے کیا مراد ہے؟

1.13 کسی ماپی گئی مقدار کے بالکل درست ہونے کا اس میں موجود اہم ہندسوں سے کیا تعلق ہے؟

مشقی سوالات

1.1 مندرجہ ذیل مقداروں کو پری فکسز کی مدد سے ظاہر کیجیے۔

(a) 5000 g
(b) 2000 000 W
(c) 52×10^{-10} kg
(d) 225×10^{-8} s

{(a) 5 kg (b) 2 MW (c) 5.2 µg (d) 2.25 µs}

1.2 پری فکسز مائیکرو، نینو اور پیکو کا آپس میں کیا تعلق ہے؟

1.3 آپ کے بال 1 mm روزانہ کی شرح سے بڑھتے ہیں۔ان کے بڑھنے کی شرح nms^{-1} میں معلوم کیجیے۔

($11.57\ nms^{-1}$)

1.4 درج ذیل کو سٹینڈرڈ فارم میں لکھیے۔

(a) 1168×10^{-27} (b) 32×10^{5}
(c) 725×10^{-5} kg (d) 0.02×10^{-8}

{(a) 1.168×10^{-24} (b) 3.2×10^{6} (c) 7.25 g (d) 2×10^{-10}}

1.5 مندرجہ ذیل مقداروں کو سٹینڈرڈ فارم میں لکھیے۔

(a) 6400 km
(b) 380 000 km
(c) 300 000 000 ms^{-1}
(d) ایک دن میں سیکنڈز کی تعداد

{(a) 6.4×10^{3} km (b) 3.8×10^{5} km (c) $3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$ (d) 8.64×10^{4} s}

1.6 ورنیئر کیلیپرز کا جبڑا بند کرنے پر ورنیئر سکیل کا زیرو مین سکیل کے زیرو کے دائیں جانب اس طرح ہے کہ اس کا چوتھا درجہ مین سکیل کے کسی ایک درجے کے سامنے ظاہر ہوتا ہے۔ورنیئر کیلیپرز کا زیرو ایرر اور زیرو کوریکشن معلوم کیجیے۔

(+0.04 cm, -0.04 cm)

1.7 ایک سکریو گیج کی سرکلر سکیل پر 50 درجے ہیں۔سکریو گیج کی پچ 0.5 mm ہے۔اس کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟

(0.001 cm)

1.8 درج ذیل میں سے کن مقداروں میں اہم ہندسوں کی تعداد 3 ہے۔

a) 3.0066 m (b) 0.00309 kg
(c) 5.05×10^{-27} kg (d) 301.0 s

{(b) and (c)}

1.9 مندرجہ ذیل پیمائشوں میں اہم ہندسے کتنے ہیں؟

(a) 1.009 m (b) 0.00450 kg
(c) 1.66×10^{-27} kg (d) 2001 s

{(a) 4 (b) 3 (c) 3 (d) 4}

1.10 چاکلیٹ ریپر 6.7 cm لمبا اور 5.4 cm چوڑا ہے۔ اس کا ایریا اہم ہندسوں کی معقول تعداد میں معلوم کیجیے۔

($36\ cm^2$)

یونٹ 2

کائنی میٹکس

(Kinematics)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مثالوں کے ذریعہ وضاحت کر سکیں کہ اجسام بیک وقت ریسٹ اور موشن (rest and motion) میں کس طرح ہو سکتے ہیں۔
- مختلف اقسام کی موشن یعنی ٹرانسلیٹری (لی نیئر linear، رینڈم random اور سرکلر circular)، روٹیٹری (rotatory) اور وائبریٹری (vibratory) کی شناخت کر سکیں اور ان میں فرق بیان کر سکیں۔
- مثالوں کے ذریعے فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (displacement)، سپیڈ اور ولاسٹی میں تفریق کر سکیں۔
- ویکٹر مقداروں کا خطوط کے ذریعے اظہار کر سکیں۔
- سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن (acceleration) کی تعریف کر سکیں۔
- فاصلہ - ٹائم اور ولاسٹی - ٹائم گراف بنا سکیں اور ان کی تشریح کر سکیں۔
- فاصلہ - ٹائم اور ولاسٹی - ٹائم گراف کے سلوپ (slope) معلوم کر سکیں اور ان کی تشریح کر سکیں۔
- گراف سے کسی جسم کی حالت معلوم کر سکیں کہ وہ:
  - (i) ریسٹ میں ہے
  - (ii) کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
  - (iii) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
- کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ معلوم کرنے کے لیے سپیڈ - ٹائم گراف کے نیچے دیا گیا ایریا معلوم کر سکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

فورس اور موشن سائنس - IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

موشن اور فورس فزکس - XI

- گراف کی مدد سے خطِ مستقیم (straight line) پر یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرنے والے جسم کی موشن کی مساوات اخذ کر سکیں۔
- موزوں مساوات کی مدد سے یونیفارم ایکسلریشن سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- گریویٹی کے ایکسلریشن کی قیمت $10\ ms^{-2}$ استعمال کرتے ہوئے آزادانہ گرنے والے اجسام سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- مختلف اقسام کی موشن کا مظاہرہ کر کے ٹرانسلیٹری، روٹیٹری اور وائبریٹری موشنز میں تفریق کر سکیں۔
- 100 میٹر کی ریس میں حصہ لینے والے کھلاڑی کی اوسط سپیڈ کی پیمائش کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- مختلف ذرائع آمد و رفت کے اثرات اور ان سے متعلق حفاظتی معاملات کی فہرست بنا سکیں۔
- حقیقی زندگی میں گراف کے سلوپ کے استعمال کا اطلاق کر سکیں۔
- اخبارات اور رسالوں میں کرکٹ اور موسم وغیرہ کے گراف کا مفہوم جان سکیں۔

اہم تصورات

- 2.1 ریسٹ اور موشن
- 2.2 موشن کی اقسام (ٹرانسلیٹری، روٹیٹری اور وائبریٹری)
- 2.3 موشن سے متعلق اصطلاحات
  - پوزیشن
  - فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ
  - سپیڈ اور ولاسٹی
  - ایکسلریشن
- 2.4 سکیلرز اور ویکٹرز
- 2.5 موشن کا گراف کی مدد سے تجزیہ
  - فاصلہ۔ ٹائم گراف
  - سپیڈ۔ ٹائم گراف
- 2.6 موشن کی مساواتیں
  - $S = vt$
  - $v_f = v_i + at$
  - $S = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$
  - $v_f^2 - v_i^2 = 2aS$
- 2.7 گریویٹی کی وجہ سے موشن

کسی جسم کی موشن سے متعلق پہلی چیز اس کی کائی نیمیٹکس (kinematics) ہے۔ موشن کی وجہ کو زیرِ بحث لائے بغیر کسی جسم کی موشن کے مطالعہ کو کائی نیمیٹکس کہتے ہیں۔ اس یونٹ میں ہم موشن کی اقسام، سکیلر اور ویکٹر مقداریں، ڈس پلیسمنٹ، سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کے درمیان تعلق، لی نیئر موشن اور موشن کی مساواتوں کا مطالعہ کریں گے۔

2.1 ریسٹ اور موشن (Rest and Motion)

ہم اپنے اردگرد بہت سی چیزیں دیکھتے ہیں۔ ان میں سے کچھ چیزیں ریسٹ کی حالت میں جبکہ دوسری موشن میں ہوتی ہیں۔ اگر کوئی جسم اپنے گردوپیش کے لحاظ سے اپنی پوزیشن تبدیل نہ کر رہا ہو تو وہ ریسٹ میں کہلاتا ہے۔ اسی طرح اگر کسی جسم کی

شکل 2.1: بس میں موجود مسافر بھی بس کے ساتھ موشن میں ہیں۔

پوزیشن اس کے گردوپیش کے لحاظ سے تبدیل ہو رہی ہو تو وہ موشن میں کہلاتا ہے۔

کسی جسم کی ریسٹ یا موشن کی حالت ریلیٹو (relative) ہوتی ہے۔ مثلاً کسی چلتی ہوئی بس میں بیٹھا ہوا مسافر بس میں موجود دوسرے مسافروں اور چیزوں کے لحاظ سے ریسٹ میں ہے۔ لیکن بس سے باہر موجود کسی شخص کے لحاظ سے بس میں تمام مسافر اور چیزیں موشن میں ہیں۔

2.2 موشن کی اقسام (Types of Motion)

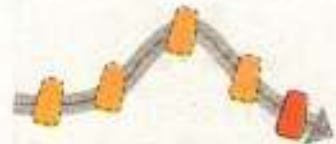
اگر ہم بغور مشاہدہ کریں تو معلوم ہوگا کہ کائنات میں ہر چیز موشن میں ہے۔ تاہم مختلف اجسام مختلف انداز میں حرکت کرتے ہیں۔ کچھ اجسام ایک لائن میں حرکت کرتے ہیں، کچھ دائرہ نما راستوں (curved paths) پر حرکت کرتے ہیں اور کچھ کسی اور طرح کے راستوں پر حرکت کرتے ہیں۔

شکل 2.2: کار اور ہوائی جہاز خط مستقیم میں حرکت کرتے ہوئے لی نیئر موشن میں ہیں۔

موشن کی تین اقسام ہیں۔

(i) ٹرانسلیٹری موشن (لی نیئر، سرکلر اور رینڈم)

(ii) روٹیٹری موشن

(iii) وائبریٹری موشن

شکل 2.3: کسی جسم کی خم دار راستے پر ٹرانسلیٹری موشن۔

ٹرانسلیٹری موشن (Translatory Motion)

حرکت کرنے والے مختلف اجسام کا مشاہدہ کریں۔ کیا یہ سب خط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں؟ کیا یہ دائرے میں حرکت کرتے ہیں؟ خط مستقیم میں چلنے والی کار ٹرانسلیشنل موشن میں ہے۔ اسی طرح خط مستقیم میں اڑتا ہوا ہوائی جہاز بھی ٹرانسلیشنل موشن میں ہے۔

ٹرانسلیٹری موشن میں کوئی بھی جسم گھومے بغیر ایک ایسی لائن میں حرکت کرتا ہے جو سیدھی بھی ہو سکتی ہے اور دائرہ نما بھی۔

شکل 2.4: فیرس وھیل میں جھولا جھولنے والوں کی ٹرانسلیٹری موشن۔

شکل (2.3) میں دکھایا گیا جسم گھومے بغیر کسی خم دار راستہ پر حرکت کر رہا ہے۔ یہ اس جسم کی ٹرانسلیٹری موشن ہے۔ فیرس وھیل (Ferris Wheel) میں جھولا جھولنے والے لوگ بھی ٹرانسلیٹری موشن میں ہوتے ہیں۔ ٹرانسلیٹری موشن کو لی نیئر

موشن، سرکلر موشن اور رینڈم موشن میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

لی نیئر موشن (Linear motion)

ہمارا واسطہ خطِ مستقیم میں موشن کرتی ہوئی بے شمار اشیا سے پڑتا ہے۔ ان اشیا کی حرکت لی نیئر موشن کہلاتی ہے۔ مثلاً ایک ہموار اور سیدھی سڑک پر چلتی ہوئی کار لی نیئر موشن میں ہوتی ہے۔

> کسی جسم کی خطِ مستقیم میں حرکت لی نیئر موشن کہلاتی ہے۔

خطِ مستقیم میں اُڑتا ہوا ہوائی جہاز اور عموداً نیچے گرتے ہوئے اجسام لی نیئر موشن کی مثالیں ہیں۔

شکل 2.5: نیچے گرتے ہوئے بال کی لی نیئر موشن

سرکلر موشن (Circular motion)

ڈوری کے سرے سے باندھے ہوئے ایک پتھر کے ٹکڑے کو گھمایا جاسکتا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا کس قسم کے راستے پر چلے گا؟ شکل (2.6) میں دکھایا گیا ہے کہ پتھر کا ٹکڑا دائرے میں حرکت کرتا ہے۔ پس وہ سرکلر موشن میں ہے۔

شکل 2.6: ڈوری کے سرے سے باندھا گیا پتھر دائرے میں حرکت کرتا ہوا۔

> اگر کوئی جسم دائرے میں حرکت کرے تو اس کی حرکت کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

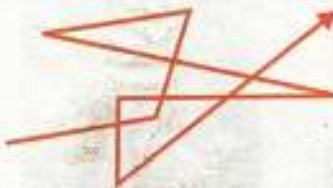
شکل (2.7) میں کسی سرکلر راستے پر حرکت کرتی ہوئی ایک کھلونا گاڑی دکھائی گئی ہے۔ سرکلر راستے پر چلنے والی بائیسکل یا کار سرکلر موشن میں ہوتی ہے۔ سورج کے گرد زمین کی گردش اور زمین کے گرد چاند کی گردش بھی سرکلر موشن کی مثالیں ہیں۔

شکل 2.7: سرکلر ٹریک پر چلتی ہوئی کھلونا گاڑی۔

رینڈم موشن (Random motion)

کیا آپ نے کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی حرکت پر غور کیا ہے؟ وہ بے ترتیب انداز سے حرکت کرتے ہیں۔

> کسی جسم کی بے ترتیب انداز سے حرکت کو رینڈم موشن کہتے ہیں۔

پس کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی موشن رینڈم موشن ہوتی ہے۔ ہوا میں گردوغبار اور دھوئیں کے پارٹیکلز کی موشن بھی رینڈم ہوتی ہے۔ شکل (2.8) میں دکھائے گئے خم دار راستوں پر گیس یا مائع کے مالیکیولز کی حرکت بھی رینڈم موشن کی مثال ہے۔

شکل 2.8: گیس مالیکیولز کی رینڈم موشن، براؤنین (Brownian) موشن کہلاتی ہے۔

روٹیٹری موشن (Rotatory Motion)

شکل 2.9: روٹیٹری موشن

کسی لٹو کی موشن کا جائزہ لیجیے۔ یہ ایک ایکسز کے گرد گھومتا ہے۔ گھومتے ہوئے لٹو کے پارٹیکلز دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا پارٹیکلز انفرادی طور پر سرکلر موشن میں ہیں۔ کیا لٹو بھی سرکلر موشن میں ہے؟ شکل (2.9) میں دکھایا گیا لٹو اپنے ایکسز کے گرد گھوم رہا ہے۔

لٹو کی یہ موشن روٹیٹری موشن ہے۔ کسی جسم کا ایکسز وہ لائن ہوتی ہے جس کے گرد جسم گھومتا ہے۔ سرکلر موشن میں وہ پوائنٹ جس کے گرد جسم گھومتا ہے، جسم سے باہر ہوتا ہے۔ جبکہ روٹیٹری موشن میں وہ لائن جس کے گرد جسم گھومتا ہے جسم کے اندر سے گزرتی ہے۔

کیا آپ اپنی انگلی پر گیند کو گھما سکتے ہیں؟

کسی جسم کا اپنے ایکسز کے گرد گھومنا روٹیٹری موشن کہلاتا ہے۔

کیا آپ سرکلر موشن اور روٹیٹری موشن میں مزید فرق کی نشاندہی کر سکتے ہیں؟

پہیے کی اپنے ایکسز کے گرد موشن اور گاڑی کے سٹیئرنگ وھیل کی موشن، روٹیٹری موشن کی مثالیں ہیں۔ زمین کی سورج کے گرد موشن سرکلر موشن ہے نہ کہ سپننگ (spinning) یا روٹیٹری موشن۔ تاہم زمین کی اپنے جیوگرافک (geographic) ایکسز کے گرد موشن جو دن اور رات کا باعث بنتی ہے روٹیٹری موشن ہے۔ روٹیٹری موشن کی کچھ مزید مثالیں سوچیے!

وائبریٹری موشن (Vibratory Motion)

فرض کریں ایک بچہ جھولے میں بیٹھا ہے۔ جیسا کہ شکل (2.10) میں دکھایا گیا ہے۔ جیسے ہی جھولے کو دھکیلا جاتا ہے یہ اپنی درمیانی یا وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے حرکت (to and fro motion) کرنے لگتا ہے۔ بچے کی موشن اپنے آپ کو بار بار جھولے کے ساتھ ایک انتہا سے دوسری انتہا تک دہراتی ہے۔

شکل 2.11: کلاک کے پینڈولم کی وائبریٹری موشن

شکل 2.10: بچے اور جھولے کی وائبریٹری موشن

کسی جسم کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے

دہرائی جانے والی موشن وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔

شکل (2.11) میں ایک کلاک کا پینڈولم دکھایا گیا ہے۔اس کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔ہم اپنے گردونواح میں وائبریٹری موشن کی بے شمار مثالیں تلاش کر سکتے ہیں۔آیئے بچوں کو سی سا (see-saw) پر بیٹھا ہوا دیکھیں۔جیسا کہ شکل (2.12) میں دکھایا گیا ہے۔سی سا پر کھیلتے ہوئے بچوں کی

شکل 2.12: سی سا میں بچوں کی وائبریٹری موشن

موشن کو کیا نام دیں گے؟ کیا یہ وائبریٹری موشن ہے؟ جھولے میں لیٹے ہوئے بچے کی جھولے کے ساتھ آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن، بجتی ہوئی الیکٹرک بیل کے ہتھوڑے کی موشن اور کسی ستار (sitar) کے تار کی موشن وائبریٹری موشن کی چند مزید مثالیں ہیں۔

مختصر مشق

1. کوئی جسم کب ریسٹ میں کہلاتا ہے؟
2. کسی ایسے جسم کی مثال دیجیے جو بیک وقت ریسٹ اور موشن میں ہو۔
3. نیچے دیے گئے اجسام میں ہر ایک جسم کی حرکت کی قسم بتایئے۔
   (i) عموداً اوپر جاتی ہوئی گیند
   (ii) سلائڈ سے پھسلتا ہوا بچہ
   (iii) فٹ بال کھیلتے ہوئے کھلاڑی کی حرکت
   (iv) اڑتی ہوئی تتلی
   (v) سرکلر ٹریک میں دوڑتا ہوا اتھلیٹ
   (vi) وہیل کی موشن
   (vii) جھولے کی موشن

2.3 سکیلرز اور ویکٹرز (Scalars and Vectors)

فزکس میں ہمارا واسطہ مختلف مقداروں مثلاً ماس، لمبائی، والیوم، ڈینسٹی، سپیڈ، فورس، وغیرہ سے پڑتا ہے۔ہم انہیں سکیلرز اور ویکٹرز میں تقسیم کرتے ہیں۔

سکیلرز (Scalars)

ایسی طبعی مقداریں جن کا مکمل اظہار ان کی مقدار (magnitude) سے

ہو سکتا ہو، سکیلرز کہلاتی ہیں۔ مقدار سے مراد کسی عدد کے ساتھ طبیعی مقدار کا موزوں یونٹ ہے۔ مثلاً 2.5 kg، 40 s، 1.8 m، وغیرہ۔ ماس، لمبائی، وقت، سپیڈ، والیوم، ورک اور انرجی سکیلرز کی مثالیں ہیں۔

کسی سکیلر کو اس کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

ویکٹرز (Vectors)

کسی ویکٹر کو مکمل طور پر جاننے کے لیے اس کی مقدار کے ساتھ اس کی سمت جاننا بھی ضروری ہوتا ہے۔ ولاسٹی، ڈس پلیسمنٹ، فورس، مومینٹم، ٹارک، وغیرہ ویکٹرز کی مثالیں ہیں۔ سمت کے بغیر کسی ویکٹر کو بیان کرنا بے معنی ہو گا۔ مثال کے طور پر کسی ریفرنس پوائنٹ یا حوالہ کی جگہ سے کسی مقام کا فاصلہ اس مقام کی نشاندہی کے لیے ناکافی ہوتا ہے۔ اس مقام کا ریفرنس پوائنٹ سے سمت کا علم بھی انتہائی ضروری ہوتا ہے۔

کسی ویکٹر کو اس کی مقدار اور سمت کی مدد سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیے ایک میز پر دو فورسز F_1 اور F_2 عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (2.13a) میں دکھایا گیا ہے۔ کیا اس سے کوئی فرق پڑتا ہے۔ اگر یہ دونوں فورسز مخالف سمت میں عمل کر رہی ہوں۔ جیسا کہ شکل (2.13b) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 2.13: دو فورسز F_1 اور F_2
(a) دونوں ایک ہی سمت میں عمل پیرا ہیں۔
(b) دونوں مخالف سمتوں میں عمل پیرا ہیں۔

یقیناً دونوں صورتیں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ یہ فرق میز پر لگنے والی فورسز کی سمتوں کے باعث ہے۔ پس کسی فورس کا بیان سمت کے بغیر نامکمل ہوگا۔ اسی طرح جب ہم یہ کہتے ہیں کہ ہم $3\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے شمال کی طرف جا رہے ہیں تو ہم دراصل کسی ویکٹر کی بات کر رہے ہوتے ہیں۔

ویکٹرز کا اظہار (Representation of Vectors)

ویکٹرز کو سکیلرز سے نمایاں کرنے کے لیے، عموماً جلی حروف تہجی سے لکھا جاتا ہے۔ جیسے کہ **F**، **a** اور **d** یا ان حروف پر بار یا تیر کی علامت ڈال دی جاتی ہے۔ جیسے کہ $\bar{F}$، $\bar{a}$ اور $\bar{d}$ یا $\vec{F}$، $\vec{a}$ اور $\vec{d}$۔

کسی ویکٹر کو گرافیکلی ظاہر کرنے کے لیے ایک سیدھی لائن کھینچی جاتی ہے۔ اس کے ایک سرے پر تیر کا نشان اس ویکٹر کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ شکل (2.14) میں خط AB جس کے B سرے پر تیر کا نشان ہے ایک ویکٹر V کو ظاہر کرتا ہے۔ خط AB کی

شکل 2.14: کسی ویکٹر کا گرافیکل اظہار

لمبائی کسی منتخب سکیل پر ویکٹر V کی مقدار کو ظاہر کرتی ہے جبکہ A سے B کی جانب خط کی سمت ویکٹر V کی سمت کو ظاہر کرتی ہے۔

مثال 2.1

شمال مشرق کی جانب عمل کرنے والی 80 N کی فورس کو نمائندہ لائن سے ظاہر کیجیے۔

حل

پہلا مرحلہ: ایک دوسرے پر عمودی خطوط کھینچیں جن میں سے ایک اُفقی اور دوسرا عمودی ہو۔ اُفقی خط مشرق مغرب اور عمودی خط شمال جنوب کی سمت ظاہر کرتا ہے۔ جیسا کہ شکل (2.15) میں دکھایا گیا ہے۔

دوسرا مرحلہ: دیے گئے ویکٹر کی نمائندہ لائن کھینچنے کے لیے مناسب سکیل منتخب کیجیے۔ اس مثال میں جو سکیل منتخب کی گئی ہے اس کے مطابق 1cm لمبائی کا خط 20 N کی فورس کی نمائندگی کرے گا۔

تیسرا مرحلہ: ویکٹر کی سمت میں سکیل کے مطابق ایک خط کھینچیں۔ اس مثال میں شمال مشرق کی سمت میں OA خط کھینچیں۔ جس کی لمبائی 4 cm ہو۔

چوتھا مرحلہ: خط OA کے سرے A پر تیر کا نشان لگائیے۔ اس طرح خط OA دیے گئے ویکٹر کی نمائندہ لائن کو ظاہر کرے گا۔ یعنی شمال مشرق کی سمت میں عمل پیرا 80 N کی فورس کو ظاہر کرے گا۔

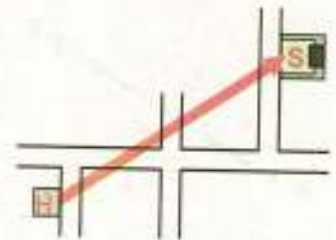
شکل 2.15: شمال مشرق کی جانب عمل پیرا 80N فورس کی نمائندہ لائن۔

2.4 موشن سے متعلق اصطلاحات
(Terms Associated with Motion)

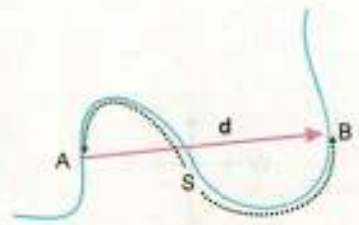
موشن کے معاملات طے کرتے ہوئے ہم مختلف اصطلاحات سے متعارف ہوتے ہیں۔ مثلاً کسی جسم کی پوزیشن، طے کردہ فاصلہ، اس کی سپیڈ، وغیرہ۔ آیئے ان میں سے چند اصطلاحات کی تشریح کرتے ہیں۔

پوزیشن (Position)

کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا ریفرنس پوائنٹ (reference point) سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر آپ

اپنے گھر سے اپنے سکول کی پوزیشن بیان کرنا چاہتے ہیں۔ آیئے سکول کو S اور گھر کو H سے ظاہر کرتے ہیں۔ آپ کے گھر سے آپ کے سکول کی پوزیشن کی نمائندگی ایک سیدھی لائن HS کرے گی اور اس کی سمت H سے S کی طرف ہوگی جیسا کہ شکل (2.16) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 2.16: گھر H سے سکول S کی پوزیشن

فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (Distance and Displacement)

شکل (2.17) کسی خم دار راستہ کو ظاہر کرتی ہے۔ جس میں دو پوائنٹس A اور B کے درمیان راستہ کی لمبائی S ہے۔ اس لیے S کو A اور B کے مابین فاصلہ کہا جاتا ہے۔

شکل 2.17: کسی راستے پر دو مقامات A اور B کے درمیان فاصلہ (ڈاٹڈ لائن) اور A سے B کی طرف ڈس پلیسمنٹ d (ریڈ لائن)۔

دو پوائنٹس کے درمیان راستہ کی لمبائی ان کے درمیان فاصلہ کہلاتی ہے۔

فرض کیجیے کوئی جسم خم دار راستہ پر پوائنٹ A سے پوائنٹ B تک حرکت کرتا ہے۔ پوائنٹس A اور B کو خطِ مستقیم سے ملایئے۔ خطِ مستقیم AB پوائنٹس A اور B کے درمیان کم ترین فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کم سے کم فاصلہ کی مقدار ہے اور اس کی سمت A سے B کی جانب ہے۔ کسی خاص سمت میں یہ کم سے کم فاصلہ ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اسے d سے ظاہر کیا گیا ہے۔

دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ، ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔

سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)

کسی متحرک جسم کی سپیڈ سے ہمیں کیا معلومات حاصل ہوتی ہیں؟

کسی جسم کی سپیڈ وہ شرح ہے جس سے وہ حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں کسی متحرک جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ، سپیڈ کہلاتا ہے۔ اکائی وقت ایک سیکنڈ، ایک گھنٹا، ایک دن یا ایک سال بھی ہو سکتا ہے۔

کسی جسم کے اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ کو اس کی سپیڈ کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

زمین پر وہ کون سا جانور ہے جو سب سے تیز دوڑ سکتا ہے؟

عقاب 200 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے اڑ سکتا ہے۔

$$\text{سپیڈ} = \frac{\text{طے کردہ فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$\text{طے کردہ فاصلہ} = \text{سپیڈ} \times \text{وقت}$$

یا

$$S = vt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.1)$$

یہاں S جسم کا طے کردہ فاصلہ، v اس کی سپیڈ اور t وقت ہے۔ چونکہ فاصلہ ایک

سکیلر مقدار ہے اس لیے سپیڈ بھی سکیلر ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سپیڈ کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ (ms^{-1}) ہے۔

یونیفارم سپیڈ (Uniform Speed)

مساوات (2.1) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط سپیڈ v ہے۔ کیونکہ وقت t کے دوران جسم کی سپیڈ تبدیل بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو اور اس کی مقدار یونیفارم رہے تو جسم کی سپیڈ کو یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔

> ایک جسم یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرتا ہے اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کا طے کردہ فاصلہ برابر ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

ولاسٹی (Velocity)

ولاسٹی نہ صرف ہمیں سپیڈ بتاتی ہے بلکہ وہ سمت بھی بتاتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے۔

$$\text{ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{وقت}}$$

$$v = \frac{d}{t}$$

یا

$$d = vt \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

یہاں d ڈس پلیسمنٹ، t وقت اور v ولاسٹی کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ولاسٹی کا یونٹ وہی ہے جو سپیڈ کا ہوتا ہے، یعنی میٹر فی سیکنڈ (ms^{-1})۔

یونیفارم ولاسٹی (Uniform Velocity)

مساوات (2.2) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط ولاسٹی v ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وقت کے وقفہ t کے دوران جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اکثر جسم کی سپیڈ اور موشن کی سمت تبدیل نہیں ہوتی۔ ایسی صورت میں جسم یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ یعنی وقت کے کسی بھی وقفہ کے دوران ولاسٹی کی مقدار اور سمت ایک ہی رہتی ہے۔

> کسی جسم کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کا ڈس پلیسمنٹ یونیفارم ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

چیتا 70 کلو میٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے دوڑ سکتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

موٹروے سپیڈ کیمرہ

ایک LIDAR گن روشنی کا پتہ چلانے اور سپیڈ کا تعین کرنے والی گن ہے۔ یہ لیزر پلسز (Laser pulses) کی مدد سے کسی گاڑی کے فاصلے کی سلسلہ وار پیمائش کرتی ہے۔ اسی ڈیٹا سے گاڑی کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک چھاتہ بردار زمین پر اترتے ہوئے یونیفارم ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ اسے ٹرمینل ولاسٹی (Terminal velocity) کہتے ہیں۔

مثال 2.2

ایک کھلاڑی 12 سیکنڈ میں 100 میٹر کی دوڑ مکمل کرتا ہے۔ اس کی اوسط سپیڈ معلوم کیجیے۔

حل

کل فاصلہ $= 100 \text{ m}$

کل وقت $= 12 \text{ s}$

اوسط سپیڈ = کل طے کردہ فاصلہ / کل وقت

$$= \frac{100 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 8.33 \text{ ms}^{-1}$$

پس کھلاڑی کی اوسط سپیڈ 8.33 ms^{-1} ہے۔

مثال 2.3

ایک بائیسکل سوار 318 میٹر ریڈیس کے سرکلر ٹریک کا آدھا چکر 1.5 منٹ میں مکمل کرتا ہے۔ اس کی سپیڈ اور ولاسٹی معلوم کیجیے۔

حل

ٹریک کا ریڈیس $r = 318 \text{ m}$

کل وقت $t = 1 \text{ min. } 30 \text{ s} = 90 \text{ s}$

طے کردہ فاصلہ = $\pi \times$ ریڈیس

$= 3.14 \times 318 \text{ m} = 999 \text{ m}$

ڈس پلیسمنٹ $= 2r$

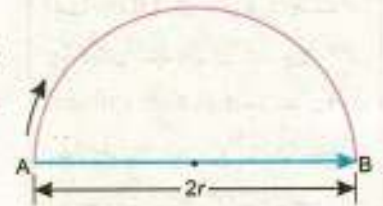
$= 2 \times 318 \text{ m} = 636 \text{ m}$

سپیڈ = فاصلہ / وقت

$$\text{سپیڈ} = \frac{999 \text{ m}}{90 \text{ s}} = 11.1 \text{ ms}^{-1}$$

ولاسٹی = ڈس پلیسمنٹ / کل وقت

$$= \frac{636 \text{ m}}{90 \text{ s}} = 7.07 \text{ ms}^{-1}$$

پس سرکلر ٹریک پر بائیسکل سوار کی سپیڈ 11.1 ms^{-1} ہے۔ جبکہ اس کی ولاسٹی ٹریک کے ڈایا میٹر AB کی سمت میں 7.1 ms^{-1} ہے۔

ایکسلریشن (Acceleration)

کسی جسم میں ایکسلریشن کب ہوتا ہے؟ اکثر کسی جسم کی ولاسٹی تبدیلی ہو جاتی ہے۔ ولاسٹی میں یہ تبدیلی اس کی مقدار یا سمت یا دونوں کے باعث ہوتی ہے۔ ولاسٹی میں تبدیلی ایکسلریشن کا باعث بنتی ہے۔ پس ایکسلریشن کی تعریف یوں کی جا سکتی ہے۔

> کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{ابتدائی ولاسٹی} - \text{آخری ولاسٹی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots (2.3)$$

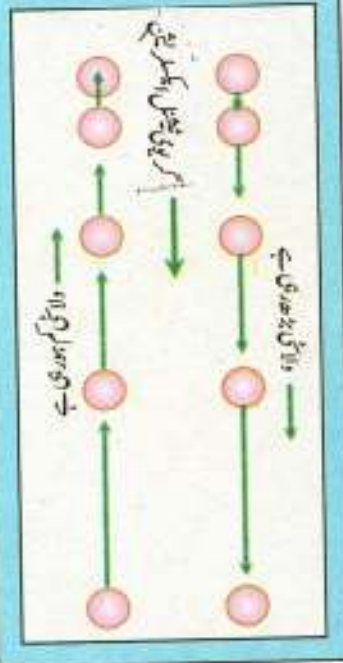
یہاں a ایکسلریشن، v_i ابتدائی ولاسٹی، v_f آخری ولاسٹی اور t وقت کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ایکسلریشن کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ (ms^{-2}) ہے۔

یونیفارم ایکسلریشن (Uniform Acceleration)

مساوات (2.3) میں دیا گیا ایکسلریشن a وقت t کے دوران کسی جسم کا اوسط ایکسلریشن ہے۔ آیئے وقت t کو مختصر وقفوں میں تقسیم کریں۔ اگر ان وقفوں کے دوران ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح ایک جیسی رہے تو ایکسلریشن بھی یونیفارم رہے گا۔ ایسا جسم یونیفارم ایکسلریشن میں ہوتا ہے۔

> اگر کسی جسم کی ولاسٹی وقت کے مساوی وقفوں میں ایک ہی جتنی تبدیل ہو، خواہ یہ وقفے کتنے ہی چھوٹے کیوں نہ ہوں تو اس صورت میں ایکسلریشن کو یونیفارم ایکسلریشن کہتے ہیں۔

کسی جسم کا ایکسلریشن پوزیٹو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی بڑھ رہی ہو۔ پوزیٹو ایکسلریشن کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم بغیر سمت تبدیل کیے حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ کسی جسم کا ایکسلریشن نیگیٹو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی کم ہو رہی ہو۔ نیگیٹو ایکسلریشن کی سمت اس سمت کے مخالف ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ نیگیٹو ایکسلریشن کو ریٹارڈیشن (retardation) یا ڈی سلریشن (deceleration) بھی کہتے ہیں۔

مثال 2.4

ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 8 سیکنڈ میں اس کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس کا ایکسلریشن معلوم کیجیے۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 20\ ms^{-1}$

وقت $t = 8\ s$

ہم جانتے ہیں کہ $a = \frac{v_f - v_i}{t}$

$$a = \frac{20\ ms^{-1} - 0 ms^{-1}}{8\ s}$$

$$= 2.5\ ms^{-2}$$

پس کار کا ایکسلریشن $2.5\ ms^{-2}$ ہے۔

مثال 2.5

ایک کار $30\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی 5 s میں کم ہو کر $15\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ کار کا ریٹارڈیشن معلوم کریں۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 30\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 15\ ms^{-1}$

ولاسٹی میں تبدیلی $= v_f - v_i$

$= 15\ ms^{-1} - 30\ ms^{-1}$

$= -15\ ms^{-1}$

وقت $t = 5\ s$

$a = ?$

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{-15\ ms^{-1}}{5\ s} = -3\ ms^{-2}$$

پس کار کا ریٹارڈیشن $3\ ms^{-2}$ ہے۔

2.5 موشن کا گرافیکل تجزیہ (Graphical Analysis of Motion)

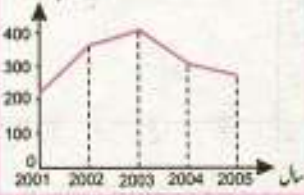
گراف مختلف مقداروں کے درمیان تعلق کے تصویری (pictorial) اظہار کا طریقہ ہے۔ وہ مقداریں جن کے درمیان گراف بنایا جاتا ہے متغیر (variable) مقداریں کہلاتی ہیں۔ ان میں سے ایک مقدار جسے ہم اپنی مرضی سے بدل سکتے ہیں، آزاد متغیر مقدار (independent variable) کہلاتی ہے۔ جبکہ دوسری مقدار جس کا انحصار پہلی مقدار پر ہوتا ہے تابع متغیر مقدار (dependent variable) کہلاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گراف روزمرہ زندگی میں بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ جیسے کہ ایکسپورٹ کی سالانہ کمی وبیشی، ماہانہ بارش، مریض کے ٹمپریچر کا ریکارڈ یا کسی کرکٹ ٹیم کے حاصل کردہ سکور کی شرح وغیرہ۔

ایکسپورٹ (ملین روپوں میں)

400, 300, 200, 100, 0

2001, 2002, 2003, 2004, 2005 سال

2001-2005 چاول کی ایکسپورٹ

حاصل کردہ سکور

300, 250, 200, 150, 100, 50

وکٹس کا گرنا

0, 10, 20, 30, 40, 50 اوورز

کسی کرکٹ ٹیم کے حاصل کردہ سکورز

فاصلہ - ٹائم گراف (Distance-Time Graph)

گراف کی مدد سے اجسام کی موشن کا اظہار کارآمد ہوتا ہے۔ خطِ مستقیم میں موشن کی صورت میں فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کو ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ فاصلہ - ٹائم گراف میں وقت کو اُفقی اور جسم کے طے کردہ فاصلہ کو عمودی ایکسز (axis) پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح خطِ مستقیم میں موشن کی صورت میں سپیڈ اور ولاسٹی بھی ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیے جاتے ہیں۔

ریسٹ کی حالت میں پڑا ہوا جسم (Object at Rest)

شکل (2.18) میں دکھائے گئے گراف میں وقت کے ساتھ جسم کا طے کردہ فاصلہ صفر ہے۔ یعنی جسم ریسٹ کی حالت میں ہے۔ پس ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف پر اُفقی خط ظاہر کرتا ہے کہ جسم کی سپیڈ صفر ہے۔

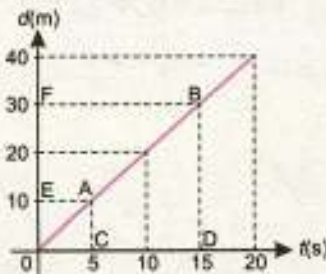
شکل 2.18: فاصلہ - ٹائم گراف جب جسم ساکن ہو۔

کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم (Object Moving with Constant Speed)

کسی جسم کی سپیڈ کونسٹنٹ ہوتی ہے اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلہ طے کرتا ہے۔ ایسی صورت میں شکل (2.19) میں دکھایا گیا فاصلہ - ٹائم گراف ایک خطِ مستقیم ہوتا ہے۔ اس کے سلوپ سے جسم کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔ اس گراف پر دو پوائنٹس A اور B لیجیے۔

$$\text{جسم کی سپیڈ} = \text{خط AB کا سلوپ}$$

$$= \frac{\text{فاصلہ EF}}{\text{وقت CD}}$$

$$= \frac{20\,\text{m}}{10\,\text{s}} = 2\ \text{ms}^{-1}$$

شکل 2.19: فاصلہ - ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

پس گراف سے معلوم کی گئی سپیڈ $2\ ms^{-1}$ ہے۔

ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

(Object Moving with Variable Speed)

کسی جسم کی سپیڈ کونسٹنٹ نہیں ہوتی اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلہ طے نہیں کرتا۔ ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف ایک خطِ مستقیم نہیں ہوتا۔ جیسا کہ شکل (2.20) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 2.20: فاصلہ - ٹائم گراف ویری ایبل سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

کسی پوائنٹ پر دائرہ نما حصے کا سلوپ اس پوائنٹ پر سلوپ کے ٹینجنٹ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر

$$\text{پوائنٹ P پر ٹینجنٹ کا سلوپ} = \frac{RS}{QS}$$

$$= \frac{30\ m}{10\ s} = 3\ ms^{-1}$$

پس پوائنٹ P پر جسم کی سپیڈ $3\ ms^{-1}$ ہے۔ جہاں سلوپ زیادہ ہوگا وہاں سپیڈ بھی زیادہ ہوگی اور جہاں سلوپ صفر ہوگا (یعنی لائن افقی ہوگی) وہاں سپیڈ بھی صفر ہوگی۔

مثال 2.6

شکل (2.21) میں حرکت کرتی ہوئی کار کا فاصلہ - ٹائم گراف دکھایا گیا ہے۔

گراف سے معلوم کیجیے

(a) کار کا طے کردہ فاصلہ

(b) پہلے پانچ سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ

(c) کار کی اوسط سپیڈ

(d) آخری 5 سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ

شکل 2.21: مثال 2.6 کے لیے کار کا فاصلہ - ٹائم گراف

حل

(a) کل طے کردہ فاصلہ $= 40\ m$

(b) پہلے 5 سیکنڈ کے دوران طے کردہ فاصلہ $= 35\ m$

$$\therefore \text{سپیڈ} = \frac{35\ m}{5\ s} = 7\ ms^{-1}$$

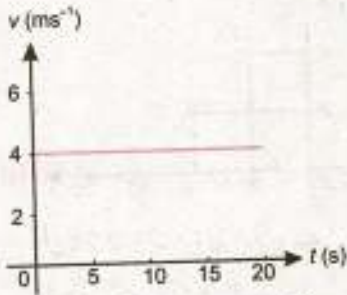
(c) $$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{40\ m}{10\ s} = 4\ ms^{-1}$$

(d) آخری 5 سیکنڈ میں طے کردہ فاصلہ $= 5\ m$

$$\text{سپیڈ} = \frac{5\ m}{5\ s} = 1\ ms^{-1}$$

سپیڈ - ٹائم گراف (Speed-Time Graph)

سپیڈ - ٹائم گراف پر وقت کو x- ایکسز پر جبکہ فاصلہ کو y- ایکسز پر لیا جاتا ہے۔

کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم (Object Moving with Constant Speed)

شکل 2.22: سپیڈ - ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

جب کسی جسم کی سپیڈ وقت کے ساتھ کونسٹنٹ رہتی ہے تو سپیڈ - ٹائم گراف ٹائم ایکسز کے پیرالل ایک اُفقی خط ہوتا ہے، جیسا کہ شکل (2.22) میں دکھایا گیا ہے ($4 ms^{-1}$ پر ٹائم ایکسز کے پیرالل خط)۔ دوسرے الفاظ میں ٹائم ایکسز کے پیرالل ایک خطِ مستقیم جسم کی کونسٹنٹ سپیڈ کو ظاہر کرتا ہے۔

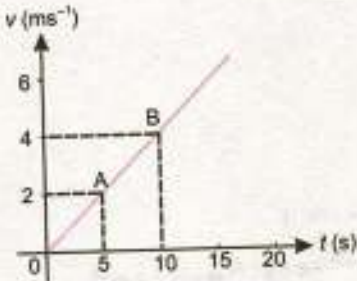
سپیڈ میں یونیفارم تبدیلی کے ساتھ حرکت کرتا ہوا جسم (Object Moving with uniformly changing Speed)

یونیفارم ایکسلریشن (Uniform Acceleration)

فرض کریں کسی جسم کی سپیڈ میں یونیفارم تبدیلی آرہی ہے۔ ایسی صورت میں سپیڈ میں تبدیلی کی شرح یونیفارم ہوتی ہے۔ پس سپیڈ - ٹائم گراف ایک خطِ مستقیم ہوگا۔ جیسا کہ شکل (2.23) میں دکھایا گیا ہے۔ خطِ مستقیم کا مطلب ہے کہ جسم یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔ اس خط کا سلوپ ایکسلریشن کی مقدار بتاتا ہے۔

مثال 2.7

شکل (2.23) میں دکھائے گئے سپیڈ - ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کیجیے۔

حل

شکل 2.23: یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کا گراف۔

شکل (2.23) کے گراف میں 5 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ A پر جسم کی سپیڈ $2 ms^{-1}$ اور 10 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ B پر جسم کی سپیڈ $4 ms^{-1}$ ہے۔

ایکسلریشن = خط AB کا سلوپ

جبکہ سلوپ = ولاسٹی میں تبدیلی / وقت

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{4 ms^{-1} - 2 ms^{-1}}{10 s - 5 s}$$

$$= \frac{2 ms^{-1}}{5 s} = 0.4 ms^{-2}$$

پس گراف پر جسم کا ایکسلریشن $0.4 ms^{-2}$ ہے۔

مثال 2.8

شکل (2.24) میں دکھائے گئے سپیڈ - ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کریں۔

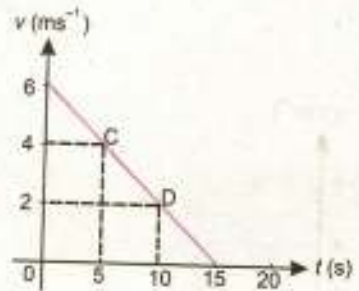
حل

گراف سے ظاہر ہے کہ وقت کے ساتھ جسم کی سپیڈ کم ہو رہی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد جسم کی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے۔ اور یہ کم ہو کر 10 سیکنڈ کے بعد $2\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔

ایکسلریشن = خط CD کا سلوپ

$$= \frac{2\ ms^{-1} - 4\ ms^{-1}}{10\ s - 5\ s}$$

$$= -\frac{2\ ms^{-1}}{5\ s} = -0.4\ ms^{-2}$$

شکل (2.24) میں دکھائے گئے سپیڈ - ٹائم گراف کا سلوپ نیگیٹیو ہے۔ پس جسم کا ڈی سلریشن $0.4\ ms^{-2}$ ہے۔

شکل 2.24: یونیفارم ڈی سلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کا گراف۔

متحرک جسم کا طے کردہ فاصلہ
(Distance Travelled by a Moving Object)

کسی سپیڈ - ٹائم گراف کے نیچے کا ایریا جسم کے طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔ یونیفارم موشن کی صورت میں گراف پر بننے والی اشکال کا ایریا مناسب فارمولا سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

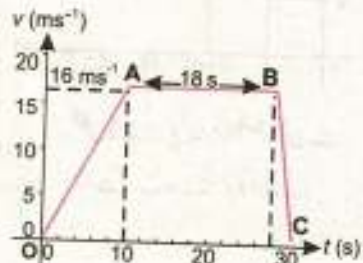
مثال 2.9

ایک کار خطِ مستقیم میں حرکت کر رہی ہے۔ اس کی موشن کا سپیڈ - ٹائم گراف شکل (2.25) میں دکھایا گیا ہے۔ گراف سے معلوم کیجیے:

(a) پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن

(b) آخری 2 سیکنڈ کے دوران ڈی سلریشن

(c) کل طے کردہ فاصلہ

(d) سفر کے دوران کار کی اوسط سپیڈ

شکل 2.25: کسی کار کا 30 منٹ کے دوران سپیڈ - ٹائم گراف۔

حل

(a) پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن = $\frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$

$$= \frac{16\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{10\ s}$$

$$= 1.6\ ms^{-2}$$

(b) آخری 2 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن = $\frac{0\ ms^{-1} - 16\ ms^{-1}}{2\ s}$

$$= -8\ ms^{-2}$$

(c) کل طے کردہ فاصلہ = گراف کے نیچے کا ایریا (ٹریپیزیم OABC)

$$= \frac{1}{2}\ (\text{متوازی اضلاع کا مجموعہ}) \times (\text{بلندی})$$

$$= \frac{1}{2}\ (18\ s + 30\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= \frac{1}{2}\ (48\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= 384\ m$$

(d) اوسط سپیڈ = $\frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{وقت}}$

$$= \frac{384\ m}{30\ s} = 12.8\ ms^{-1}$$

2.6 حرکت کی مساواتیں (Equations of Motion)

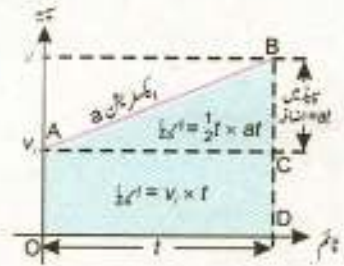
یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے اجسام کے لیے تین بنیادی حرکت کی مساواتیں ہیں۔ یہ مساواتیں کسی متحرک جسم کی ابتدائی ولاسٹی، آخری ولاسٹی، ایکسلریشن، وقت اور طے کردہ فاصلہ سے متعلق ہیں۔ حرکت کی ان مساواتوں کو آسانی سے اخذ کرنے کے لیے ہم فرض کر لیتے ہیں کہ جسم خط مستقیم میں حرکت کر رہا ہے۔ اس لیے ہم صرف ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی مقدار کو ہی شامل کرتے ہیں۔

فرض کریں کہ یونیفارم ایکسلریشن a سے خط مستقیم میں حرکت کرتے ہوئے

کسی جسم کی ابتدائی ولاسٹی v_i ہے، t وقت کے بعد اس کی ولاسٹی v_f ہو جاتی ہے۔ اسے شکل (2.26) میں گراف پر خط AB سے دکھایا گیا ہے۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a کے مساوی ہے۔ جسم کے کل طے کردہ فاصلہ کو خط AB کے نیچے شیڈڈ ایریا (shadded area) سے دکھایا گیا ہے۔ اس گراف سے حرکت کی مساواتیں آسانی سے حاصل کی جاسکتی ہیں۔

شکل 2.26: سپیڈ - ٹائم گراف پر AB کے نیچے کا ایریا جسم کے طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔

حرکت کی پہلی مساوات

جسم کی حرکت سے متعلق معلومات سپیڈ - ٹائم گراف، شکل (2.26) میں دی گئی ہیں۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a کو ظاہر کرتا ہے۔

$$\text{خط AB کا سلوپ} = a = \frac{BC}{AC} = \frac{BD - CD}{OD}$$

چونکہ $BD = v_f$ ، $CD = v_i$ and $OD = t$

$$\text{اس لیے} \quad a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

یا $$v_f - v_i = at \quad \dots \dots \dots \dots (2.4)$$

یا $$v_f = v_i + at \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

حرکت کی دوسری مساوات

شکل (2.26) میں دکھائے گئے سپیڈ - ٹائم گراف میں جسم کا کل طے کردہ فاصلہ خط AB کے نیچے کے ایریا OABD کے برابر ہے۔ یعنی

$$\text{کل فاصلہ } S = \text{مستطیل OACD کا ایریا} + \text{مثلث ABC کا ایریا}$$

$$\text{مستطیل OACD کا ایریا} = OA \times OD = v_i \times t$$

$$\text{مثلث ABC کا ایریا} = \frac{1}{2}(AC \times BC) = \frac{1}{2} t \times at$$

چونکہ

$$\text{کل ایریا OABD} = \text{مستطیل OACD کا ایریا} + \text{مثلث ABC کا ایریا}$$

قیمتیں درج کرنے پر

$$S = v_i t + \frac{1}{2} t \times at$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \dots \dots \dots \dots (2.6)$$

حرکت کی تیسری مساوات

شکل (2.26) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف میں جسم کا کل طے کردہ فاصلہ خط AB کے نیچے کے کل ایریا کے مساوی ہے۔

$$S = \frac{OA + BD}{2} \times OD$$ کل ایریا OABD

یا $$2S = (OA + BD) \times OD$$

دونوں اطراف کو $\frac{BC}{OD}$ سے ضرب دینے پر ($\because \frac{BC}{OD} = a$)

$$2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times OD \times \frac{BC}{OD}$$

یا $$2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times BC \quad \dots \dots (2.7)$$

مساوات (2.7) میں قیمتیں درج کرنے پر

$$2S \times a = (v_i + v_f) \times (v_f - v_i)$$

یا $$2aS = v_f^2 - v_i^2 \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

مثال 2.10

ایک کار $2\ ms^{-2}$ کے یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتی ہوئی $10\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی حاصل کر لیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی کیا ہوگی؟

حل

$$v_i = 10\ ms^{-1}$$
$$a = 2\ ms^{-2}$$
$$t = 5\ s$$
$$v_f = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$

$$v_f = 10\ ms^{-1} + 2ms^{-2} \times 5\ s$$

$$v_f = 20\ ms^{-1}$$

پس 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہوگی۔

مثال 2.11

80 کلومیٹر فی گھنٹا سے چلنے والی ٹرین کی سپیڈ $2\ ms^{-2}$ کے یونیفارم ریٹارڈیشن سے کم ہو رہی ہے۔ ٹرین 20 میٹر فی گھنٹا کی سپیڈ حاصل کرنے میں کتنا وقت لے گی؟

حل

$$v_i = 80\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{80 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 22.2\ ms^{-1}$$
$$v_f = 20\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{20 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 5.6\ ms^{-1}$$
$$a = -2\ ms^{-2}$$
$$t = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$
$$= \frac{5.6\ ms^{-1} - 22.2\ ms^{-1}}{-2\ ms^{-2}}$$
$$t = 8.3\ s$$

پس 20 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ حاصل کرنے کے لیے ٹرین 8.3 سیکنڈ کا وقت لے گی۔

مفید معلومات

- ms^{-1} کو kmh^{-1} میں تبدیل کرنا

$$1\ ms^{-1} = 0.001\ km \times 3600\ h^{-1}$$
$$= 3.6\ kmh^{-1}$$

پس ms^{-1} میں دی گئی سپیڈ کو 3.6 سے ضرب دے کر کلومیٹر فی گھنٹا میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً

$$20\ ms^{-1} = 20 \times 3.6\ kmh^{-1}$$
$$= 72\ kmh^{-1}$$

- kmh^{-1} کو ms^{-1} میں تبدیل کرنا

$$1\ kmh^{-1} = \frac{1000\ m}{60 \times 60\ s} = \frac{10}{36}\ ms^{-1}$$

پس kmh^{-1} میں دی گئی سپیڈ کو $\frac{10}{36}$ سے ضرب دے کر ms^{-1} میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً

$$50\ kmh^{-1} = 50 \times \frac{10}{36}\ ms^{-1}$$
$$= 13.88\ ms^{-1}$$

- ms^{-2} کو kmh^{-2} میں تبدیل کرنا

ms^{-2} میں دیے گئے ایکسلریشن کو $((3600 \times 3600)/1000) = 12960$ سے ضرب دے کر kmh^{-2} میں قیمت حاصل کی جا سکتی ہے۔

- kmh^{-2} کو ms^{-2} میں تبدیل کرنا

kmh^{-2} میں دیے گئے ایکسلریشن کو 12960 سے تقسیم کر کے ms^{-2} میں قیمت حاصل کی جا سکتی ہے۔

مثال 2.12

ایک بائیسکل کی ابتدائی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے۔ اس کی سپیڈ میں 10 سیکنڈ تک $1\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے اضافہ ہوتا ہے۔ اس دوران میں اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

حل

$$v_i = 4\ ms^{-1}$$
$$a = 1\ ms^{-2}$$
$$t = 10\ s$$
$$S = ?$$

حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$S = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$S = 4\ ms^{-1} \times 10\ s + \frac{1}{2} \times 1\ ms^{-2} \times (10\ s)^2$$

$$S = 40\ m + 50\ m = 90\ m$$

پس بائیسکل 10 سیکنڈ میں 90 میٹر کا فاصلہ طے کرے گی۔

مثال 2.13

ایک کار $5\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے سفر کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی 50 میٹر تک یونیفارم ایکسلریشن سے سفر کرتے ہوئے $15\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس سفر کے دوران کار کا ایکسلریشن اور فاصلہ طے کرنے کا وقت معلوم کیجیے۔

حل

$v_i = 5\ ms^{-1}$

$S = 50\ m$

$v_f = 15\ ms^{-1}$

$a = ?$

$t = ?$

حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$

$$2a \times 50\ m = (15\ ms^{-1})^2 - (5\ ms^{-1})^2$$

$$(100\ m)\ a = (225 - 25)\ m^2s^{-2}$$

$$a = \frac{200\ m^2s^{-2}}{100\ m}$$

یا $a = 2\ ms^{-2}$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$

$$\therefore \quad 15\ ms^{-1} = 5\ ms^{-1} + 2\ ms^{-2} \times t$$

$$15\ ms^{-1} - 5\ ms^{-1} = 2\ ms^{-2} \times t$$

یا $2\ ms^{-2} \times t = 10\ ms^{-1}$

یا $t = \dfrac{10\ ms^{-1}}{2\ ms^{-2}}$

$= 5\ s$

پس کار کا ایکسلریشن $2\ ms^{-2}$ اور اس کے 50 m کا سفر طے کرنے کا وقت 5 سیکنڈ ہے۔

2.7 آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کی حرکت
(Motion of Freely Falling Bodies)

شکل 2.27: پیسا کا جھکا ہوا مینار

کسی بلندی سے ایک جسم کو گرایئے اور اس کی حرکت کا مشاہدہ کیجیے۔ جیسے جیسے یہ جسم زمین کے قریب آتا ہے کیا اس کی ولاسٹی بڑھتی ہے یا کم ہوتی ہے۔ یا اس میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی؟

گلیلیو (Galileo) پہلا سائنسدان تھا جس نے اس امر کی نشاندہی کی کہ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کی قیمت ایک ہی ہوتی ہے اور اجسام کے ماس پر منحصر نہیں ہوتی۔ اس نے پیسا (Pisa) کے جھکے ہوئے مینار (leaning tower) سے مختلف ماس کے اجسام کو ایک ساتھ گرا کر مشاہدہ کیا کہ تمام اجسام زمین پر ایک ساتھ ہی پہنچتے ہیں۔ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کو گریویٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح پر اس کی قیمت تقریباً $10\ ms^{-2}$ ہے۔ آزادانہ نیچے گرتے ہوئے اجسام کے لیے g کی قیمت پوزیٹیو ہوتی ہے جبکہ اوپر کی جانب عموداً حرکت کرتے اجسام کے لیے g کی قیمت نیگیٹیو ہوتی ہے۔

مثال 2.14

ایک مینار کی چوٹی سے ایک پتھر کا ٹکڑا گرایا گیا ہے۔ اسے زمین تک پہنچنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجیے:

(a) مینار کی بلندی

(b) وہ ولاسٹی جس سے پتھر کا ٹکڑا زمین سے ٹکرائے گا۔

> **گریویٹی کے زیرِ اثر حرکت کرتے ہوئے اجسام کی موشن کی مساواتیں**
>
> $v_f = v_i + gt$
>
> $h = v_i t + \frac{1}{2} gt^2$
>
> $2gh = v_f^2 - v_i^2$

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0$

گریویٹیشنل ایکسلریشن $g = 10\ ms^{-2}$

$t = 5\ s$

$S = h = ?$

$v_f = ?$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$h = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 0 \times 5\ s + \frac{1}{2} \times 10\ ms^{-2} \times (5\ s)^2$$

یا $h = 0 + 125\ m$

$\therefore$ $h = 125\ m$

(b) حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$v_f^2 - v_i^2 = 2gh$$
$$v_f^2 - (0)^2 = 2 \times 10\ ms^{-2} \times 125\ m$$
$$v_f^2 = 2500\ m^2s^{-2}$$
$$v_f = 50\ ms^{-1}$$

پس مینار کی بلندی 125m ہے۔ اور زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کے ٹکڑے کی ولاسٹی $50\ ms^{-1}$ ہوگی۔

مثال 2.15

ایک لڑکا ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکتا ہے۔ گیند کو زمین پر واپس آنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجیے:

(a) زیادہ سے زیادہ بلندی جہاں تک گیند جائے گی۔

(b) گیند کی ولاسٹی جس سے اسے اوپر کی جانب پھینکا گیا۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = ?$

گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $g = -10\ ms^{-2}$

کل وقت $t_o = 5\ s$

بلند ترین مقام پر گیند کی ولاسٹی $v_f = 0$

$S = h = ?$

کیونکہ کسی جگہ پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن یونیفارم ہوتا ہے۔ اس لیے گیند کے اوپر جانے اور نیچے آنے کا وقت برابر ہوگا۔ یعنی

$$t = \frac{1}{2} t_o$$

(a)

$$\therefore \quad t = \frac{1}{2} \times 5\ s = 2.5\ s$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + g\,t$$
$$0 = v_i - 10\ ms^{-2} \times 2.5\ s$$
$$= v_i - 25\ ms^{-1}$$
$$\therefore \quad v_i = 25\ ms^{-1}$$

(b) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$h = v_i t + \frac{1}{2}\ g t^2$$
$$h = 25\ ms^{-1} \times 2.5\ s + \frac{1}{2}(-10\ ms^{-2}) \times (2.5\ s)^2$$

یا $h = 62.5\ m - 31.25\ m = 31.25\ m$

پس گیند $25\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے اوپر پھینکی گئی ہے۔ اور یہ 31.25 m کی بلندی تک جاتی ہے۔

خلاصہ

- ایک جسم ریسٹ کی حالت میں کہلاتا ہے اگر گردوپیش کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو۔
- ایک جسم موشن کی حالت میں کہلاتا ہے اگر گردوپیش کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں تبدیلی واقع ہو رہی ہو۔
- کسی جسم کی ریسٹ یا موشن کی حالت ایک ریلیٹو (relative) کیفیت ہوتی ہے۔ ریسٹ یا موشن کبھی بھی حقیقی نہیں ہوتے۔
- حرکت کی تین اقسام ہیں۔ ٹرانسلیٹری موشن، روٹیٹری موشن اور وائبریٹری موشن۔
  - وہ موشن جس میں جسم کسی گردش کے بغیر حرکت کرتا ہے، ٹرانسلیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - موشن کی وہ قسم جس میں جسم اپنے ایکسز کے گرد گھومتا ہے، روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - وہ موشن جس میں ایک جسم اپنی وسطی پوزیشن کے آگے پیچھے حرکت کرتا ہے، وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو ان کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جاسکے، سکیلر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے ان کی مقدار کے ساتھ سمت بھی درکار ہو، ویکٹر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا ریفرنس پوائنٹ سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان راستہ کی لمبائی ان کے درمیان فاصلہ کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔
- کسی جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ سپیڈ کہلاتا ہے۔
- اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو تو اسے یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔
- کل طے کردہ فاصلہ اور کل وقت کی شرح کو اوسط سپیڈ کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی وقت کے لحاظ سے ڈس پلیسمنٹ میں تبدیلی کی شرح کو ولاسٹی کہتے ہیں۔
- کل ڈس پلیسمنٹ اور کل وقت کی شرح کو اوسط ولاسٹی کہتے ہیں۔
- اگر کسی جسم کا طے کردہ ڈس پلیسمنٹ وقت کے مساوی وقفوں میں برابر ہو تو اس کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔
- کسی جسم کا ایکسلریشن یونیفارم ہوگا اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کی ولاسٹی میں یونیفارم تبدیلی ہو رہی ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- مختلف مقداروں کے باہمی تعلق کو تصویری طریقہ سے ظاہر کرنے کے لیے گراف استعمال ہوتا ہے۔
- فاصلہ - ٹائم گراف کے سلوپ سے کار آمد معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ مثلاً

(a) اس سے حاصل شدہ خط کا سلوپ ولاسٹی کی مقدار کو ظاہر کرتا ہے۔

(b) اس خط کے نیچے کا ایریا کل طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔

- یونیفارم ایکسلریشن کی صورت میں حرکت کی مساوات
  - $v_f = v_i + at$
  - $S = v_i t + \frac{1}{2} at^2$
  - $2aS = v_f^2 - v_i^2$

- اگر کسی جسم کو کسی بلندی سے گرایا جائے تو وہ جس ایکسلریشن سے نیچے آتا ہے، اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے **g** سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح کے قریب g کی قیمت تقریباً $10\ ms^{-2}$ ہے۔

سوالات

2.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) کسی جسم کی موشن ٹرانسلیٹری ہوگی اگر وہ حرکت کرتا ہے۔
(a) خطِ مستقیم میں (b) دائرہ میں
(c) بغیر گھومے (d) خم دار راستہ پر

(ii) اپنے ایکسز کے گرد جسم کی موشن کہلاتی ہے۔
(a) سرکلر موشن (b) روٹیشنل موشن
(c) وائبریٹری موشن (d) رینڈم موشن

(iii) مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقدار ویکٹر ہے؟
(a) سپیڈ (b) فاصلہ
(c) ڈس پلیسمنٹ (d) پاور

(iv) اگر ایک جسم کونسٹنٹ سپیڈ کے ساتھ حرکت کر رہا ہو تو اس کی موشن کا سپیڈ-ٹائم گراف ایک ایسا خطِ مستقیم ہوگا جو
(a) ٹائم ایکسز کی سمت میں ہے
(b) فاصلے کے ایکسز کی سمت میں ہے
(c) ٹائم ایکسز کے پیرالل ہے
(d) ٹائم ایکسز پر ترچھا ہے

(v) فاصلہ-ٹائم گراف پر ٹائم ایکسز کے پیرالل خطِ مستقیم ظاہر کرتا ہے کہ جسم
(a) کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(b) ریسٹ میں ہے
(c) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(d) موشن میں ہے

(vi) ایک کار کا سپیڈ-ٹائم گراف شکل میں دکھایا گیا ہے۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا بیان درست ہے؟
(a) کار کا ایکسلریشن $1.5\ ms^{-2}$ ہے
(b) کار کی کونسٹنٹ سپیڈ $7.5\ ms^{-1}$ ہے
(c) کار کا طے کردہ فاصلہ $75\ m$ ہے
(d) کار کی اوسط سپیڈ $15\ ms^{-1}$ ہے

سپیڈ-ٹائم گراف (vi)

(vii) مندرجہ ذیل میں سے کون سا گراف یونیفارم ایکسلریشن کو ظاہر کرتا ہے۔

(viii) کسی متحرک جسم کے ڈس پلیسمنٹ کو وقت پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

(a) سپیڈ (b) ایکسلریشن

(c) ولاسٹی (d) ڈی سلریشن

(ix) ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا ہے۔ بلند ترین مقام پر اس کی سپیڈ ہوگی۔

(a) $-10\ ms^{-1}$ (b) صفر

(c) $10\ ms^{-2}$ (d) ان میں سے کوئی نہیں

(x) پوزیشن میں تبدیلی کہلاتی ہے۔

(a) سپیڈ (b) ولاسٹی

(c) ڈس پلیسمنٹ (d) فاصلہ

(xi) ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے۔ ms^{-1} میں اس کی سپیڈ ہوگی۔

(a) $10\ ms^{-1}$ (b) $20\ ms^{-1}$

(c) $25\ ms^{-1}$ (d) $30\ ms^{-1}$

(xii) ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 20 سیکنڈ کے بعد اس کی سپیڈ $25\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس وقت کے دوران کار کا طے کردہ فاصلہ ہوگا۔

(a) 31.25 m (b) 250 m

(c) 500 m (d) 5000 m

2.2 ٹرانسلیٹری موشن کی مختلف اقسام کی مثالیں دے کر وضاحت کیجیے۔

2.3 مندرجہ ذیل میں فرق بیان کیجیے۔

(i) ریسٹ اور موشن

(ii) سرکلر موشن اور روٹیٹری موشن

(iii) فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ

(iv) سپیڈ اور ولاسٹی

(v) لی نیئر موشن اور رینڈم موشن

(vi) سکیلر اور ویکٹر مقداریں

2.4 سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی تعریف کیجیے۔

2.5 کیا کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم میں ایکسلریشن ہو سکتا ہے؟

2.6 فیرس وھیل میں جھولا جھولنے والوں کی موشن ٹرانسلیٹری کیوں ہوتی ہے؟ روٹیٹری کیوں نہیں ہوتی؟

2.7 ریسٹ کی حالت سے حرکت میں آنے والے جسم کا فاصلہ - ٹائم گراف بنائیے۔ اس گراف سے آپ جسم کی سپیڈ کیسے معلوم کریں گے؟

2.8 ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم کے سپیڈ - ٹائم گراف کی کیا شکل ہوگی؟

2.9 مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقداریں سپیڈ - ٹائم گراف سے حاصل کی جا سکتی ہیں؟

(i) ابتدائی سپیڈ (ii) آخری سپیڈ

(iii) t وقت میں طے کردہ فاصلہ (iv) موشن کا ایکسلریشن

2.10 ویکٹر مقداروں کو گرافیکلی کیسے ظاہر کیا جا سکتا ہے؟

2.11 ویکٹر مقداروں کی جمع اور تفریق سکیلر مقداروں کی طرح کیوں نہیں ہوتی؟

2.12 روز مرہ زندگی میں ویکٹر مقداروں کی اہمیت بیان کیجیے۔

2.13 موشن کی مساواتیں اخذ کیجیے۔

2.14 کسی جسم کی موشن کا ولاسٹی - ٹائم گراف بنائیں۔ مختلف مراحل کی وضاحت کرتے ہوئے اس گراف سے جسم کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

مشقی سوالات

2.1 ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے 10 سیکنڈ تک چلتی رہتی ہے۔ اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔
(100 m)

2.2 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتی ہے۔ یہ یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ 100 سیکنڈ میں ایک کلومیٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ 100 سیکنڈ مکمل ہونے پر ٹرین کی سپیڈ کیا ہوگی؟
($20\ ms^{-1}$)

2.3 ایک کار کی ولاسٹی $10\ ms^{-1}$ ہے۔ یہ آدھے منٹ تک $0.2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے چلتے ہوئے کتنا فاصلہ طے کرے گی؟ نیز اس کی آخری ولاسٹی بھی معلوم کیجیے۔
($390\ m, 16\ ms^{-1}$)

2.4 ایک ٹینس کی بال کو $30\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی۔ بلندترین مقام تک پہنچنے میں اس کو 3 s لگے۔ گیند زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک جائے گی؟ گیند کو زمین پر واپس آنے میں کتنا وقت لگے گا؟
(45 m, 6 s)

2.5 ایک کار 5 سیکنڈ تک $40\ ms^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے چلتی رہتی ہے۔ یہ اگلے 10 سیکنڈ میں یونیفارم ڈی سلریشن کے ساتھ چلتے ہوئے رک جاتی ہے۔
معلوم کیجیے:
(i) ڈی سلریشن
(ii) کار کا کل طے کردہ فاصلہ
($-4\ ms^{-2}, 400\ m$)

2.6 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے $0.5\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن کے ساتھ چلنا شروع کرتی ہے۔ 100 میٹر کا فاصلہ طے کرنے کے بعد ٹرین کی سپیڈ kmh^{-1} میں کیا ہوگی؟
($36\ kmh^{-1}$)

2.7 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 2 منٹ میں $48\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ حاصل کر لیتی ہے۔ وہ اسی سپیڈ کے ساتھ 5 منٹ تک چلتی رہتی ہے۔ آخر کار وہ یونیفارم ریٹارڈیشن کے ساتھ چلتے ہوئے 3 منٹ بعد رک جاتی ہے۔ ٹرین کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔
(6000 m)

2.8 ایک کرکٹ بال کو عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی ہے۔ بال 6 سیکنڈ کے بعد زمین پر واپس آتی ہے۔ معلوم کیجیے:
(i) بال کی زیادہ سے زیادہ بلندی (ii) بال کی ابتدائی ولاسٹی
($45\ m, 30\ ms^{-1}$)

2.9 جب بریک لگائے جاتے ہیں تو ٹرین کی سپیڈ 800 m کا فاصلہ طے کرنے کے دوران $96\ kmh^{-1}$ سے کم ہو کر $48\ kmh^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ ریسٹ کی حالت تک پہنچنے سے پہلے ٹرین مزید کتنا فاصلہ طے کرے گی؟
(266.66 m)

2.10 مندرجہ بالا مشقی سوال (2.9) میں بریک لگانے کے بعد ٹرین کے رکنے کا وقت معلوم کریں۔
(80 s)

یونٹ 3

ڈائنامکس
(Dynamics)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ۔

- مومینٹم ،فورس، انرشیا فرکشن اور سینٹری پیٹل فورس کی تعریف کرسکیں۔
- نیچے دی گئی مساوات کو استعمال کر کے مشقی سوالات حل کرسکیں۔

$$\text{فورس} = \frac{\text{مومینٹم میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

- روزمرہ زندگی کی عملی مثالوں سے فورس کے تصور کی وضاحت کرسکیں۔
- نیوٹن کے موشن کے قوانین بیان کرسکیں۔
- ماس اور وزن میں فرق کرسکیں اور $F = ma$ اور $w = mg$ کی مدد سے مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- نیوٹن کے دوسرے قانون کی مدد سے بے فرکشن پلی سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی موشن کے دوران ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن معلوم کرسکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون بیان کرسکیں۔
- دو اجسام کے ٹکراؤ میں مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون استعمال کرسکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی مدد سے دو اجسام میں ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاسٹی معلوم کرسکیں۔
- ٹائروں کی سطح، روڈ کی حالت، سکڈنگ اور بریکنگ فورس کے حوالہ سے گاڑیوں کی حرکت پر فرکشن کے اثرات کی وضاحت کرسکیں۔
- یہ بتاسکیں کہ رولنگ فرکشن سلائڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔
- فرکشن کو کم کرنے کے مختلف طریقوں کی فہرست تیار کرسکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

فورس اور موشن — سائنس-IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

موشن اور فورس — فزکس-XI

	اہم تصورات
3.1	مومینٹم
3.2	نیوٹن کے موشن کے قوانین
3.3	فرکشن
3.4	یونیفارم سرکلر موشن

- واضح کرسکیں کہ ایک منحنی راستے (curved path) پر کسی جسم کی موشن اس پر عمل کرنے والی ایک عمودی فورس کی وجہ سے ہوتی ہے جو موشن کی سمت تبدیل کرتی ہے نہ کہ اس کی سپیڈ۔
- $F = mv^2/r$ کی مدد سے دائرے میں حرکت کرنے والے جسم پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کرسکیں۔
- یہ بیان کرسکیں کہ کیا ہوگا اگر آپ بس میں سوار ہوں اور بس
  - (i) اچانک چل پڑے
  - (ii) اچانک رُک جائے
  - (iii) اچانک بائیں طرف مڑ جائے
- کہانی لکھ سکیں ایک ایسے خواب کی جو ہر طرح کی فرکشن کے اچانک غائب ہونے سے رونما ہونے والے واقعات سے متعلق ہو۔ کیا یہ ایک خوفناک خواب نہیں ہوگا؟

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- کسی ٹرالی کا مختلف سلوپ (slope) والی سطحوں پر مختلف اوزان اٹھاتے ہوئے سلائڈ کرنے پر سپرنگ بیلنس کی مدد سے وزن اور فرکشن کے درمیان تعلق کی نشان دہی کرسکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- انسانوں، بے جان اشیا اور گاڑیوں کی موشن کے حوالے سے ڈائنامکس کے اصول کی نشان دہی کرسکیں۔ (مثلاً ایک گیند کو اوپر کی طرف پھینکنے، تیراکی، کشتی رانی اور راکٹ کی موشن کا تجزیہ کرسکیں)
- حفاظتی آلات (مثلاً نازک اشیا کی پیکنگ، کرمپل زون (crumple zone) اور سیٹ بیلٹس (seatbelts) کے استعمال سے مومینٹم میں ہونے والی کمی کی نشان دہی کرسکیں۔
- عملی زندگی میں فرکشن کے فوائد ونقصانات کے ساتھ ساتھ ان حالات میں فرکشن کو کم یا زیادہ کرنے کے طریقے کو بیان کرسکیں (مثلاً کار کے ٹائروں کی سطح پر بنائے گئے ڈیزائنز، بائیسکل چلاتے، پیراشوٹ سے اترنے،

شکل 3.1: ریڑھی پر کھانے کی اشیا فروخت کرنے والا۔

ڈوری کی گرہ میں فرکشن کے فوائد صنعتی مشینوں کے متحرک پرزوں کے درمیان اور ایکسل پر گھومنے والے پہیوں کے درمیان فرکشن کے نقصانات اور اسے کم کرنے کے طریقے۔

- سینٹری پیٹل فورس کے استعمال کا بحوالہ (i) روڈ بینکنگ کی محفوظ ڈرائیونگ (ii) واشنگ مشین کے ڈرائیر (iii) کریم سپریٹر، نشان دہی کر سکیں۔

کائنی میٹکس میں ہم نے صرف موشن اور اس میں تبدیلی کا مطالعہ کیا۔ لیکن ہمارے علم کی اس وقت تک کوئی اہمیت نہیں ہے جب تک کہ ہم موشن کی وجوہات کو نہ سمجھیں میکینکس کی وہ شاخ جس میں ہم کسی جسم میں موشن کے ساتھ اس کی وجوہات کا بھی مطالعہ کرتے ہیں، ڈائنامکس کہلاتی ہے۔ اس یونٹ میں ہم مومینٹم کا مطالعہ کریں گے۔ اس کے علاوہ موشن کی وجوہات اور موشن میں جسم کے ماس کے کردار کا جائزہ بھی لیں گے یہ تحقیق فورس کے تصور تک پہنچنے میں ہماری رہنمائی کرتی ہے۔ ہم موشن کے قوانین اور ان کے اطلاق کا بھی مطالعہ کریں گے۔

شکل 3.2: جب بیٹسمین نے ہٹ لگائی تو گیند کی موشن کی سمت تبدیل ہو گئی۔

3.1 فورس، انرشیا اور مومینٹم
(Force, Inertia and Momentum)

کسی جسم کی حرکت کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے موشن کے قوانین بنیادی اہمیت کے حامل ہیں۔ ان قوانین کو زیرِ بحث لانے سے قبل مناسب یہ ہے کہ ہم چند اصطلاحات مثلاً فورس، انرشیا اور مومینٹم کو سمجھ لیں۔

شکل 3.3: ایک لڑکا دیوار کو دھکیل رہا ہے۔

فورس (Force)

ہم دروازے کو اپنی طرف کھینچ کر یا دھکیل کر کھول سکتے ہیں۔ شکل (3.1) میں ایک آدمی ریڑھی کو دھکیلتے ہوئے دکھایا گیا ہے۔ دھکیلنے سے ریڑھی کو موشن میں لایا جا سکتا ہے یا اس کی موشن کی سمت کو تبدیل کیا جا سکتا ہے یا پھر چلتی ہوئی ریڑھی کو روکا جا سکتا ہے۔ شکل (3.2) میں ایک بیٹسمین اپنی طرف آنے والی بال کو ہٹ لگا کر اس کی موشن کی سمت تبدیل کر رہا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ فورس ہمیشہ کسی جسم کو حرکت ہی دے۔ شکل (3.3) میں ایک لڑکا دیوار کو دھکیل کر اسے حرکت میں لانے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا وہ اسے حرکت دے سکے گا؟ ایک گول کیپر کو اپنی طرف آنے والے فٹ بال کو روکنے کے لیے فورس صرف کرنا پڑتی ہے۔ پس ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ

شکل 3.4: گول کیپر گیند کو روک رہا ہے۔

فورس کسی جسم کو موشن میں لاتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے، جسم کی موشن کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

اگر آپ غبارے کو دبائیں تو کیا ہوگا؟

آپ چاقو کی تیز دھار والے حصے کو کسی سیب میں داخل کر کے اسے کاٹ سکتے ہیں۔ پس اگر کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس کی شکل اور سائز کو بھی تبدیل کر سکتی ہے۔

انرشیا (Inertia)

گلیلیو (Galileo) نے مشاہدہ کیا کہ ایک بھاری جسم کی بہ نسبت ایک ہلکے جسم کو موشن میں لانا آسان ہوتا ہے۔ بھاری اجسام کو موشن میں لانا مشکل ہوتا ہے اور اگر وہ موشن میں ہوں تو انہیں روکنا بھی مشکل ہوتا ہے۔ نیوٹن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا یونیفارم موشن کی حالت میں تبدیلی میں مزاحمت پیش کرتا ہے۔ اس نے مادہ کی اس خصوصیت کو انرشیا (inertia) کا نام دیا۔ اور جسم کے انرشیا کا اس کے ماس کے ساتھ تعلق معلوم کیا۔ جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اس جسم کا انرشیا زیادہ ہوگا۔

شکل 3.5: جیسے ہی کارڈ بورڈ گلاس کے اوپر سے ہٹ جاتا ہے سکہ گلاس میں گر جاتا ہے۔

انرشیا کسی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ پوزیشن یا یونیفارم موشن میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

آیئے انرشیا کو سمجھنے کے لیے ایک تجربہ کرتے ہیں۔

تجربہ 3.1

ایک خالی گلاس کو کارڈ بورڈ کے ایک ٹکڑے سے ڈھانپ دیں۔ کارڈ بورڈ کے اوپر ایک سکہ رکھیں جیسا کہ شکل (3.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اب اپنی انگلی کے جھٹکے سے کارڈ بورڈ کو اُفقی سمت میں ٹھوکر لگائیں۔

کیا سکہ کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت کرتا ہے؟

سکہ انرشیا کی وجہ سے کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت نہیں کرتا۔

جب کارڈ بورڈ گلاس سے دور جا گرتا ہے تو سکہ کہاں جاتا ہے؟

شکل 3.6: کاغذ کی پٹی کھینچنے پر اس پر رکھے گئے سکے اپنی جگہ پر ویسے ہی پڑے رہتے ہیں۔

انرشیا کی ایک اور مثال زیرِ غور لائیں۔ کاغذ کی ایک پٹی (strip) کاٹیں اور اسے میز پر رکھ کر اس کے ایک سرے پر چند سکے ایک دوسرے کے اوپر رکھیں۔

جیسا کہ شکل (3.6) میں دکھایا گیا ہے۔

کیا آپ سکوں کو گرائے بغیر کاغذ کی پٹی کو سکوں کے نیچے سے کھینچ سکتے ہیں؟ کاغذ کی پٹی کو تیزی سے کھینچنے کے دوران ایک دوسرے پر رکھے ہوئے سکے کیوں نہیں گرتے؟

مومینٹم (Momentum)

بندوق کی گولی میں انرشیا کی مقدار بہت کم ہوتی ہے کیونکہ اس کا ماس بہت کم ہوتا ہے۔ پھر اس کا اثر بندوق سے فائر کرنے پر کیوں بڑھ جاتا ہے؟

دوسری طرف کسی سامان سے لدے ہوئے ٹرک سے ٹکرانے والا جسم بہت زیادہ متاثر ہوتا ہے خواہ ٹرک کی سپیڈ انتہائی کم ہی کیوں نہ ہو۔ اس قسم کی صورتحال کی وضاحت کے لیے ہم ایک نئی اصطلاح متعارف کراتے ہیں، جسے مومینٹم کہتے ہیں۔

کسی جسم میں اس کے ماس اور ولاسٹی کی وجہ سے موشن کی مقدار مومینٹم کہلاتی ہے۔

کسی جسم کا مومینٹم P اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ پس

$$P = mv \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.1)$$

مومینٹم ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں مومینٹم کا یونٹ کلوگرام میٹر فی سیکنڈ $kgms^{-1}$ ہے۔

3.2 نیوٹن کے موشن کے قوانین (Newton's Laws of Motion)

نیوٹن پہلا سائنس دان تھا جس نے موشن کے قوانین متعارف کروائے۔ یہ نیوٹن کے موشن کے قوانین کہلاتے ہیں۔

> کسی جسم پر نیٹ فورس اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کے ریزلٹنٹ کے برابر ہوتی ہے۔

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون (Newton's First Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون ساکن اجسام یا یونیفارم سپیڈ سے خط مستقیم (straight line) میں متحرک اجسام سے متعلق ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق اگر کوئی جسم ریسٹ میں ہے تو وہ ریسٹ میں ہی رہتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل نہ کرے۔ اس قانون کا یہ حصہ صحیح ہے کیونکہ ہم دیکھتے ہیں کہ اجسام خود بخود موشن میں نہیں آتے جب تک کہ کوئی انہیں موشن میں نہ لائے۔

مثلاً میز پر رکھی ہوئی کتاب اسی طرح پڑی رہے گی جب تک کہ کوئی فورس اس پر عمل نہ کرے۔

اسی طرح ایک متحرک جسم خود بخود نہیں رکتا۔ ایک ناہموار سطح پر لڑھکائی گئی گیند اس گیند کے مقابلے میں جلد رک جاتی ہے جسے ہموار سطح پر لڑھکایا گیا ہو۔ کیونکہ ناہموار سطح فرکشن کے باعث نسبتاً زیادہ مزاحمت پیش کرتی ہے۔ اگر موشن میں رکاوٹ ڈالنے والی فورس نہ ہوتی تو کسی جسم کی موشن کبھی بھی ختم نہ ہوتی۔ لہٰذا نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کو ان الفاظ میں بیان کیا جاسکتا ہے۔

ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خط مستقیم میں یونیفارم موشن کو جاری رکھتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کر رہی ہو۔

کیونکہ نیوٹن کا پہلا قانون مادے کی انرشیا کی خصوصیت سے متعلق ہے اس لیے اسے انرشیا کا قانون بھی کہتے ہیں۔

ہم دیکھتے ہیں کہ جب بس کا ڈرائیور اچانک بریک لگاتا ہے تو کھڑے ہوئے مسافر آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مسافروں کے جسم کا نچلا حصہ تو بس کے ساتھ رک جاتا ہے جبکہ اوپر والا حصہ اپنی موشن کو جاری رکھتا ہے۔ اس لیے وہ آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب ایک بس تیزی سے موڑ کاٹتی ہے تو اس میں کھڑے مسافر باہر کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ انرشیا کی وجہ سے ان کے جسم سیدھی لائن میں اپنی حرکت جاری رکھنا چاہتے ہیں اس لیے ان کے جسم کے اوپر والا حصہ بس کے موڑ کے مخالف سمت میں جھک جاتا ہے۔

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون
(Newton's Second Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون موشن کی اس صورت حال سے متعلق ہے جب کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل کر رہی ہو۔ اس کو درج ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ایکسلریشن کی مقدار فورس کی مقدار کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

اگر ایک فورس F ماس m کے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرے تو اس قانون کے مطابق

$$a \propto F$$

اور

$$a \propto \frac{1}{m}$$

یعنی $a \propto \frac{F}{m}$

یا $F \propto ma$

k کو بطور کونسٹنٹ کے استعمال کرنے سے

$$F = kma \quad \ldots \ldots \ldots (3.2)$$

SI یونٹس میں k کی قیمت 1 ہے۔ اس لیے مساوات (3.2) کو اس طرح سے لکھا جا سکتا ہے۔

$$F = ma \quad \ldots \ldots \ldots (3.3)$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن ہے۔ اسے N سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1kg ماس والے جسم میں $1\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔
پس ایک نیوٹن کو ہم اس طرح ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$1\,N = 1\,kg \times 1\,ms^{-2}$$

یا $$1\,N = 1\,kg\,ms^{-2} \quad \ldots \ldots (3.4)$$

مثال 3.1

8 کلوگرام ماس کے ایک جسم پر 20N کی فورس عمل کر رہی ہے۔ اس جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل

یہاں
$$m = 8\,kg$$
$$F = 20N$$
$$a = ?$$

ہم جانتے ہیں کہ $F = m\,a$

$$20N = 8\,kg \times a$$

یا $$a = \frac{20N}{8kg}$$

یا $$a = 2.5\ \frac{kg\,ms^{-2}}{kg}$$
$$= 2.5\,ms^{-2}$$

پس دی گئی فورس کی وجہ سے پیدا ہونے والا ایکسلریشن $2.5ms^{-2}$ ہے۔

مثال 3.2

ایک فورس 5 kg ماس کے جسم میں $10\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ یہ فورس 8 kg ماس کے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟

حل

یہاں $m_1 = 5kg$

$m_2 = 8kg$

$a_1 = 10\ ms^{-2}$

$a_2 = ?$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$F = m_1a_1$

$F = m_2a_2$

مندرجہ بالا مساواتوں کا موازنہ کرنے پر

$$m_1a_1 = m_2a_2$$

$$(5\ kg)\ (10\ ms^{-2}) = (8\ kg)\ a_2$$

یا $a_2 = 6.25\ ms^{-2}$

پس 8 kg ماس کے جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن $6.25\ ms^{-2}$ ہے۔

مثال 3.3

$3ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے بائیسکل چلانے کے لیے 40kg ماس والا بائیسکل سوار 200N کی فورس لگاتا ہے۔ سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس کتنی ہے؟

حل

یہاں $m = 40\ kg$

$a = 3\ ms^{-2}$

$F_o = 200\ N$

نیٹ فورس $F = ?$

فرکشن کی فورس $f = ?$

ہم جانتے ہیں کہ $F = m\,a$

$= 40\ kg \times 3\ ms^{-2}$

$= 120\ N$

$\therefore$ فرکشن کی فورس − لگائی گئی فورس = نیٹ فورس

$$120\,N = 200N - f$$
$$f = 80\,N$$

پس سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس 80N ہے۔

ماس اور وزن (Mass and Weight)

عام طور پر ماس اور وزن ایک جیسی مقداریں تصور کی جاتی ہیں۔ لیکن یہ درست نہیں ہے۔ یہ دو مختلف قسم کی مقداریں ہیں۔ کسی جسم میں مادہ کی مقدار کو اس جسم کا ماس کہتے ہیں۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے اور جسم کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے سے تبدیل نہیں ہوتی۔ اسے عام ترازو یا بیم بیلنس کے ذریعے معیاری ماسز سے موازنہ کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

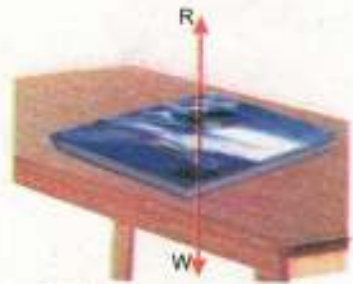
اس کے برعکس کسی جسم کا وزن دراصل اس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس ہے۔ زمین پر کسی جسم کا وزن وہ فورس ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ یہ گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g پر منحصر ہے اور جگہ بدلنے سے اس کی مقدار تبدیل ہو جاتی ہے۔ کسی جسم کے وزن w اور ماس m کے درمیان مندرجہ ذیل تعلق ہے۔

$$w = mg \qquad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (3.5)$$

شکل 3.7: فورس یا جسم کے وزن کو سپرنگ بیلنس کے ذریعے ماپا جاتا ہے۔

وزن ایک فورس ہے۔ اس لیے یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ SI میں اس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے جیسا کہ فورس کا یونٹ ہوتا ہے۔ اسے سپرنگ بیلنس کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.7) میں دکھایا گیا ہے۔

نیوٹن کا موشن کا تیسرا قانون (Newton's Third Law of Motion)

نیوٹن کا تیسرا قانون اس ردِ عمل (reaction) سے متعلق ہے جو ایک جسم اس وقت ظاہر کرتا ہے جب اس پر کوئی فورس عمل پیرا ہو۔ فرض کریں کہ ایک جسم A ایک دوسرے جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ عین اسی وقت جسم B بھی ری ایکشن کے طور پر جسم A پر فورس لگاتا ہے۔ وہ فورس جو جسم A نے جسم B پر لگائی ایکشن کہلاتی ہے۔ جسم B کی جسم A پر عمل کرنے والی فورس ری ایکشن کہلاتی ہے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

شکل 3.8: کتاب کا ایکشن اور اس پر میز کی سطح کا ری ایکشن

> ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک ری ایکشن ہوتا ہے جو مقدار میں ایکشن کے مساوی لیکن سمت میں اس کے مخالف ہوتا ہے۔

شکل 3.9: غبارے سے باہر نکلنے والی ہوا کا ری ایکشن اسے مخالف سمت میں حرکت دیتا ہے۔

اس قانون کے مطابق ہر ایکشن کے ساتھ ہمیشہ ایک ری ایکشن کی فورس بھی موجود ہوتی ہے اور یہ دونوں فورسز مقدار میں برابر لیکن مخالف سمت میں ہوتی ہیں۔ خیال رہے کہ ایکشن اور ری ایکشن ایک ہی جسم پر نہیں ہوتے بلکہ یہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں۔

شکل (3.8) میں میز پر رکھی ہوئی ایک کتاب دکھائی گئی ہے۔ کتاب کا وزن نیچے کی سمت میں میز پر عمل کر رہا ہے۔ یہ ایکشن ہے۔ میز کا ری ایکشن کتاب پر اوپر کی سمت میں عمل کر رہا ہے۔ ایک اور مثال پر غور کریں۔ ایک ہوا سے بھرا ہوا غبارہ لیں۔ جب غبارے کو آزاد کیا جاتا ہے تو اس میں موجود ہوا تیزی سے باہر آتی ہے جس کے باعث غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔ اس مثال میں غبارے کا ایکشن ہوا پر ہے۔ جس کے نتیجہ میں وہ غبارے سے خارج ہوتی ہے۔ باہر نکلتی ہوئی ہوا کا ری ایکشن غبارے پر ہوتا ہے۔ جس کی وجہ سے غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔

شکل 3.10: اوپر اٹھتا ہوا راکٹ

ایک راکٹ جیسا کہ شکل (3.10) میں دکھایا گیا ہے اسی اصول پر حرکت کرتا ہے۔ جب ایندھن جلایا جاتا ہے تو انتہائی گرم گیسز تیز رفتاری سے اس کے زیریں حصہ سے خارج ہوتی ہیں۔ گیسز کے اس عمل کا ری ایکشن راکٹ میں حرکت کا سبب بنتا ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

اپنی ہتھیلی پھیلائیں اور اس پر ایک کتاب رکھیں۔

1. کتاب کو گرنے سے روکنے کے لیے آپ کو کتنی فورس لگانے کی ضرورت پیش آتی ہے؟
2. اس میں ایکشن کیا ہے؟
3. کیا کوئی ری ایکشن ہے؟ اگر ہے تو اس کی سمت کیا ہے؟

ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن

شکل 3.11: بلاک کا وزن ڈوری کو نیچے کی جانب کھینچتا ہے۔

فرض کریں ایک بلاک ڈوری کے ساتھ لٹکایا گیا ہے۔ ڈوری کا اوپر والا سرا ایک سٹینڈ سے بندھا ہے جیسا کہ شکل (3.11) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ بلاک کا وزن w ہے۔ بلاک ڈوری کو اپنے وزن سے نیچے کی طرف کھینچتا ہے۔ اس کی وجہ سے دھاگے میں ٹینشن یا تناؤ پیدا ہوتا ہے۔ بلاک پر یہ ٹینشن اوپر کی جانب عمل

کرتا ہے۔ کیونکہ بلاک ریسٹ کی حالت میں ہے۔ اس لیے نیچے کی جانب عمل کرنے والا بلاک کا وزن اوپر کی سمت میں عمل کرنے والے ٹینشن T سے بیلنس ہو رہا ہے۔ لہٰذا ڈوری میں ٹینشن T بلاک کے وزن کے برابر اور مخالف ہوگا۔

ڈوری سے منسلک اجسام کی حرکت

(الف) جب اجسام عموداً حرکت کرتے ہیں

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب m_1 اور m_2 ہے۔ جبکہ ماس m_1، ماس m_2 سے بڑا ہے۔ یہ دونوں اجسام بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جس میں ٹینشن T کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں تبدیلی نہیں آتی۔ ڈوری ایک بے فرکشن (frictionless) پلی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم A بھاری ہونے کی وجہ سے ایکسلریشن a کے ساتھ نیچے کی جانب حرکت کرے گا۔ عین اسی وقت جسم B اسی ایکسلریشن a سے اوپر کی جانب حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلی بے فرکشن ہے، اس لیے ڈوری میں ہر جگہ ٹینشن یونیفارم ہوگا۔

شکل 3.12: پلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے منسلک دو اجسام کی حرکت

کیونکہ جسم A نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن m_1g ٹینشن T سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس $m_1g - T$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \quad \dots\dots\dots \quad (3.6)$$

کیونکہ جسم B اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن m_2g ڈوری میں ٹینشن T سے کم ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی فورس $T - m_2g$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T - m_2g = m_2a \quad \dots\dots\dots \quad (3.7)$$

ایکسلریشن a معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.6) اور (3.7) کو جمع کریں۔ پس

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g \quad \dots\dots \quad (3.8)$$

ٹینشن T معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.7) کو مساوات (3.6) سے تقسیم کریں۔ پس

$$T = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g \quad \dots\dots \quad (3.9)$$

مندرجہ بالا سسٹم کو ایٹ وُڈ مشین (Atwood machine) بھی کہتے ہیں۔ اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ مساوات (3.8) کی مدد سے

$$g = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2}\, a$$

مثال 3.4

ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے 5.2 kg اور 4.8 kg کے دو ماسز منسلک ہیں۔ ڈوری ایک بے فرکشن پُلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم میں ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں جبکہ دونوں ماسز عموداً حرکت کر رہے ہوں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایٹ وُڈ مشین دو غیر مساوی ماسز کے اجسام کے سسٹم پر مشتمل ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دونوں اجسام ایک ڈوری کے سروں سے منسلک ہوتے ہیں۔ یہ ڈوری ایک بے فرکشن پُلی کے اوپر سے گذرتی ہے۔ اس سسٹم کو بعض اوقات گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

حل

$$m_1 = 5.2\text{ kg}$$
$$m_2 = 4.8\text{ kg}$$

کیونکہ
$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\, g$$

اس لیے
$$a = \frac{5.2\text{kg} - 4.8\text{kg}}{5.2\text{kg} + 4.8\text{kg}} \times 10\text{ ms}^{-2}$$

$$a = 0.4\text{ ms}^{-2}$$

کیونکہ
$$T = \frac{2\, m_1 m_2}{m_1 + m_2}\, g$$

اس لیے
$$T = \frac{2 \times 5.2\text{kg} \times 4.8\text{kg}}{5.2\text{kg} + 4.8\text{kg}} \times 10\text{ ms}^{-2}$$

$$T = 50\text{ N}$$

پس اس سسٹم کا ایکسلریشن 0.4 ms^{-2} ہے اور ڈوری میں ٹینشن 50 N ہے۔

(ب) جب ایک جسم عموداً اور دوسرا اُفقی سمت میں حرکت کرے

شکل 3.13: ایک بے فرکشن ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی حرکت

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب m_1 اور m_2 ہے اور وہ ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں۔ فرض کریں کہ جسم A نیچے کی جانب ایکسلریشن a سے حرکت کر رہا ہے۔ کیونکہ ڈوری میں ٹینشن کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں فرق نہیں آتا۔ اس لیے جسم B بھی اُفقی سطح پر ایکسلریشن a سے ہی حرکت کرے گا۔ کیونکہ پُلی بے فرکشن ہے اس لیے ڈوری میں ٹینشن یونیفارم ہوگا۔

چونکہ جسم A نیچے کی جانب حرکت کرتا ہے اس لیے یہاں پر اس کا وزن m_1g ڈوری میں ٹینشن T سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس $m_1g - T$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (3.10)$$

جسم B پر عمل کرنے والی فورسز درج ذیل ہیں۔

(i) نیچے کی جانب عمل کرنے والا جسم B کا وزن m_2g

(ii) جسم B پر اوپر کی جانب عمل کرنے والا افقی سطح کا ری ایکشن R

(iii) جسم B کو ہموار سطح پر افقی سمت میں کھینچنے والا ڈوری میں ٹینشن T

کیونکہ جسم B میں کوئی عمودی حرکت نہیں ہے۔ اس لیے عمودی فورسز m_2g اور R کا ریزلٹنٹ صفر ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی نیٹ فورس ٹینشن T ہے۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T = m_2a \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (3.11)$$

مساوات (3.10) اور (3.11) کو جمع کرنے سے a کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2}g \quad \ldots \quad \ldots \quad (3.12)$$

a کی قیمت مساوات (3.11) میں درج کرنے سے

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}g \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (3.13)$$

مثال 3.5

دو اجسام جن کے ماسز بالترتیب 4 kg اور 6 kg ہیں۔ ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جو ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ ایک جسم جس کا ماس 6 kg ہے ایک افقی بے فرکشن سطح پر حرکت کر رہا ہے جبکہ دوسرا جسم جس کا ماس 4 kg ہے عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ اس سسٹم کا ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں۔

حل

$$m_1 = 4\ \text{kg}$$
$$m_2 = 6\ \text{kg}$$

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$a = \frac{4\ \text{kg}}{4\ \text{kg} + 6\ \text{kg}} \times 10\ \text{ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

$$a = 4\ \text{ms}^{-2}$$

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$T = \frac{4\ \text{kg} \times 6\ \text{kg}}{4\ \text{kg} + 6\ \text{kg}} \times 10\ \text{ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

$$T = 24\ \text{N}$$

پس سسٹم کا ایکسلریشن 4ms^{-2} ہے اور ڈوری میں ٹینشن 24N ہے۔

مفید معلومات

نازک اشیا مثلاً شیشے سے بنی ہوئی چیزوں کو مناسب میٹیریل مثلاً سٹائروفوم کے ٹکڑے یا سیلز (cells) والی پولی تھین کی شیٹس وغیرہ کے ساتھ پیک کیا جاتا ہے۔

ان میٹیریلز کے سیلز میں موجود ہوا ان کو لچکدار اور نرم بنا دیتی ہے۔ کسی حادثہ کی صورت میں یہ ہوا سے بھرے سیلز نازک اشیا سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ کر دیتے ہیں۔ جس کی وجہ سے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح میں کمی آجاتی ہے۔ اس طرح ٹکراؤ کے دوران میں لگنے والی فورس کا اثر کم ہو جاتا ہے اور حادثہ کے دوران نازک اشیا کے ٹوٹنے کا امکان کم ہو جاتا ہے۔

فورس اور مومینٹم (Force and Momentum)

فرض کریں کہ ایک جسم جس کا ماس m ہے ابتدائی ولاسٹی v_i سے حرکت کر رہا ہے۔ اس پر ایک فورس F عمل کرتی ہے اور اس میں ایکسلریشن a پیدا کرتی ہے۔ جس کی وجہ سے اس کی ولاسٹی تبدیل ہو جاتی ہے۔ فرض کریں کہ t وقت کے بعد اس کی آخری ولاسٹی v_f ہو جاتی ہے۔ اگر P_i اور P_f جسم کے بالترتیب ابتدائی اور آخری مومینٹم ہوں تو

$$P_i = mv_i$$

$$P_f = mv_f \quad \text{اور}$$

$$\text{موومینٹم میں تبدیلی} = \text{آخری مومینٹم} - \text{ابتدائی مومینٹم} \quad \text{اس لیے}$$

$$P_f - P_i = mv_f - mv_i \quad \text{یا}$$

لہذا مومینٹم میں تبدیلی کی شرح حسب ذیل ہوگی۔

$$\frac{P_f - P_i}{t} = \frac{mv_f - mv_i}{t}$$

$$= m\frac{v_f - v_i}{t}$$

لیکن $\frac{v_f - v_i}{t}$ ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح ہے جو فورس F کے ذریعہ پیدا ہونے والے ایکسلریشن a کے برابر ہوگی۔ اس لیے

$$\frac{P_f - P_i}{t} = ma$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$F = ma$$

یا $$\frac{P_f - P_i}{t} = F \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ (3.14)$$

مساوات (3.14) بھی فورس سے متعلق ہے۔ اس کی بنیاد پر ہم نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کر سکتے ہیں۔

کسی جسم کے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس فورس کے برابر ہوتی ہے جو اس پر عمل کرتی ہے۔ نیز مومینٹم کی یہ تبدیلی فورس کی سمت میں ہوتی ہے۔

مساوات (3.14) کے مطابق سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں مومینٹم کا یونٹ Ns ہے جو کہ $kgms^{-1}$ کے برابر ہے۔

مثال 3.6

5 کلوگرام ماس کا ایک جسم $10ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس کو 2 سیکنڈ میں روکنے کے لیے درکار فورس معلوم کریں۔

حل

$$m = 5\ kg$$
$$v_i = 10\ ms^{-1}$$
$$v_f = 0\ ms^{-1}$$
$$t = 2\ s$$
$$F = ?$$
$$P_i = 5\ kg \times 10\ ms^{-1} = 50\ Ns$$
$$P_f = 5\ kg \times 0\ ms^{-1} = 0\ Ns$$

کیونکہ $$F = \frac{P_f - P_i}{t}$$

اس لیے $$= \frac{0\ Ns - 50\ Ns}{2\ s} = -25\ N$$

پس جسم کو روکنے کے لیے درکار فورس 25N ہے۔ منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ اس فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے مخالف ہوگی۔

مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون (Law of Conservation of Momentum)

کسی سسٹم کے مومینٹم کا انحصار اس کے ماس اور ولاسٹی پر ہوتا ہے۔ ایک

مفید معلومات

تیز رفتار گاڑیوں کے حادثہ کی صورت میں ٹکراؤ کی فورس بہت زیادہ ہوتی ہے۔ کیونکہ رکنے کے لیے وقت بہت کم ہوتا ہے۔ حفاظتی اقدام کے طور پر گاڑی میں آگے اور پیچھے کرمپل زون (crumple zone) ہوتے ہیں جو حادثہ کی صورت میں دب جاتے ہیں اور مسافروں کو محفوظ رکھتے ہیں۔

کرمپل زونز کے دبنے کی وجہ سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ جس کے نتیجہ میں ٹکراؤ کی فورس کا اثر کافی حد تک کم ہو جاتا ہے اور اس طرح مسافر خطرناک حد تک زخمی ہونے سے بچ جاتے ہیں۔

مفید معلومات

کسی حادثہ کی صورت میں اگر کسی آدمی نے گاڑی چلاتے ہوئے سیٹ بلٹ نہیں پہنی ہوئی تو وہ اس وقت تک اپنی حرکت کو جاری رکھے گا جب تک کہ اس کے سامنے والی کوئی شے اسے روک نہ دے۔ یہ شے ونڈ اسکرین، کوئی دوسرا مسافر یا اس کے سامنے والی سیٹ کی پچھلی سائیڈ ہو سکتی ہے۔ سیٹ بلٹ دو طرح سے کارآمد ہوتے ہیں۔

☆ یہ سیٹ بلٹ پہنے ہوئے آدمی کو بیرونی فورس مہیا کرتے ہیں۔

☆ سیٹ بلٹ کو کھنچنے کے لیے اضافی وقت درکار ہوتا ہے۔ اس سے مومینٹم میں تبدیلی کا وقت بڑھ جاتا ہے اور تصادم کا اثر کم ہو جاتا ہے۔

سسٹم کئی اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جس کی حدود واضح ہوتی ہیں۔ ایک آئسولیٹڈ سسٹم (isolated system) باہم ٹکرانے والے ایسے اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جن پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کر رہی ہو۔ اگر کسی سسٹم پر کوئی غیر متوازی یا نیٹ فورس عمل نہ کرے تو مساوات (3.14) کے مطابق اس کا مومینٹم کونسٹنٹ ہی ہوگا۔ پس آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ بغیر تبدیلی کے قائم رہتا ہے۔ یہی مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون ہے۔ جسے اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے۔

> آپس میں ٹکرانے والے دو یا دو سے زیادہ اجسام پر مشتمل آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ کونسٹنٹ رہتا ہے۔

ٹکرانے سے پہلے

ٹکراتے وقت

ٹکرانے کے بعد

شکل 3.14: دو گیند نما اجسام کا ٹکراؤ

ہوا سے بھرے ہوئے غبارے کی مثال پر غور کریں۔ غبارہ اور اس میں بھری ہوئی ہوا ایک سسٹم بناتے ہیں۔ غبارے کو چھوڑنے سے قبل یہ سسٹم ریسٹ میں تھا۔ اس لیے اس کا ابتدائی مومینٹم صفر تھا۔ جیسے ہی غبارے کو چھوڑا گیا اس میں سے خارج ہونے والی ہوا اپنی ولاسٹی کے باعث مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ مومینٹم کی ابتدائی قیمت برقرار رکھنے کے لیے غبارہ باہر نکلنے والی ہوا کی مخالف سمت میں حرکت کرتا ہے۔

m_1 اور m_2 ماس کی دو گیندیں لیں جیسا کہ شکل (3.14) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیندیں ایک سیدھی لائن میں بالترتیب u_1 اور u_2 کی ابتدائی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہیں۔ جبکہ m_1 کی ولاسٹی u_1، m_2 کی ولاسٹی u_2 سے زیادہ ہے۔ جیسے جیسے یہ گیندیں آگے بڑھ رہی ہیں، m_1 ماس کی گیند m_2 ماس کی گیند کے قریب ہوتی جا رہی ہے۔

ماس m_1 کا ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1$

ماس m_2 کا ابتدائی مومینٹم $= m_2u_2$

ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1 + m_2u_2$ ....(3.15)

کچھ دیر کے بعد ماس m_1 والی گیند کسی فورس کے ساتھ ماس m_2 والی گیند سے ٹکرائے گی۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق ماس m_2 برابر مگر مخالف سمت میں ایک ری ایکشن ماس m_1 پر لگائے گی۔ فرض کریں کہ ٹکرانے کے بعد m_1 اور m_2 کی ولاسٹیز بالترتیب v_1 اور v_2 ہو جاتی ہیں۔ پس

ماس m_1 کا آخری مومینٹم $= m_1v_1$

ماس m_2 کا آخری مومینٹم $= m_2v_2$

ٹکرانے کے بعد سسٹم کا کل مومینٹم $= m_1v_1 + m_2v_2$ ... (3.16)

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم = ٹکرانے کے بعد سسٹم کا کل آخری مومینٹم

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad ... \quad (3.17)$$

مساوات (3.17) سے ظاہر ہے کہ ٹکرانے سے قبل اور ٹکرانے کے بعد ایک آئیسولیٹڈ سسٹم کا کل مومینٹم یکساں رہتا ہے۔ اسے مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون کہتے ہیں۔ مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون فزکس کا ایک بہت اہم قانون ہے۔ اس کے اطلاق کا دائرہ انتہائی وسیع ہے۔

بندوق اور گولی کے سسٹم پر غور کریں۔ بندوق چلانے سے قبل بندوق اور گولی دونوں ریسٹ میں ہیں۔ اس لیے سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم صفر ہے۔ جیسے ہی بندوق سے فائر کیا جاتا ہے، گولی تیزی کے ساتھ باہر نکلتی ہے اور اس طرح کچھ مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ سسٹم کا مومینٹم کونسٹنٹ رکھنے کے لیے بندوق جھٹکے سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔ مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق فائر کے بعد بھی بندوق اور گولی کا کل مومینٹم صفر ہوگا۔ فرض کریں کہ گولی کا ماس m ہے اور فائر کے وقت اس کی ولاسٹی v ہے جبکہ بندوق کا ماس M ہے اور جس ولاسٹی سے یہ پیچھے کی طرف جاتی ہے وہ V ہے۔ اس لیے فائر کے بعد بندوق اور گولی کا کل مومینٹم صفر ہوگا۔

$$\left[\text{بندوق چلانے کے بعد گولی اور بندوق کا کل مومینٹم}\right] = MV + mv \quad ... ... \quad (3.18)$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$\left[\text{بندوق چلانے کے بعد بندوق اور گولی کا کل مومینٹم}\right] = \left[\text{بندوق چلانے سے پہلے بندوق اور گولی کا کل مومینٹم}\right]$$

$$MV + mv = 0$$

$$MV = -mv$$

پس

$$V = -\frac{m}{M}v \quad ... ... \quad (3.19)$$

مساوات (3.19) بندوق کی ولاسٹی کو ظاہر کرتی ہے۔ منفی کی علامت ظاہر

کرتی ہے کہ بندوق کی ولاسٹی کی سمت گولی کی ولاسٹی کے مخالف ہے۔ یعنی بندوق پیچھے کی طرف جاتی ہے، یعنی ریکوائل (recoil) کرتی ہے۔ کیونکہ بندوق کا ماس گولی کے ماس کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتا ہے اس لیے بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی گولی کی ولاسٹی کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔

راکٹ اور جیٹ انجن بھی اسی اصول پر کام کرتے ہیں۔ ان مشینوں میں ایندھن کے جلنے سے جو گرم گیسز پیدا ہوتی ہیں وہ بے انتہا مومینٹم سے باہر نکلتی ہیں۔ مشین اس کے مساوی مگر مخالف سمت میں مومینٹم حاصل کرتی ہے جو انہیں بہت تیز سپیڈ سے موشن کے قابل بناتا ہے۔

مثال 3.7

ایک 20 گرام ماس کی گولی کی ولاسٹی بندوق کی نالی سے نکلتے وقت $100\ ms^{-1}$ ہے۔ بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی معلوم کریں جبکہ اس کا ماس 5 kg ہے۔

حل

$$m = 20\ g = 0.02\ kg$$
$$v = 100\ ms^{-1}$$
$$M = 5\ kg$$
$$V = ?$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$MV + mv = 0$$

قیمتیں درج کرنے پر

$$5\ kg \times V + (0.02\ kg)\times(100\ ms^{-1}) = 0$$

یا
$$5\ kg \times V = -(0.02 kg)\times(100\ ms^{-1})$$

یا
$$V = -\frac{(0.2\ kg)\times(100\ ms^{-1})}{5\ kg}$$
$$= -0.4\ ms^{-1}$$

منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ بندوق $0.4\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے ریکوائل کرتی ہے۔ یعنی بندوق گولی کی مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے۔

3.3 فرکشن (Friction)

کیا آپ نے کبھی غور کیا کہ فرش پر لڑھکائی ہوئی گیند کیوں رک جاتی ہے؟

جب ایک بائیسکل سوار پیڈلز پر زور لگانا بند کر دیتا ہے تو بائیسکل کیوں رک جاتی ہے؟

یہ ایک قدرتی امر ہے کہ ایک ایسی فورس ہونی چاہیے جو متحرک اجسام کو روک سکے۔ کیونکہ فورس نہ صرف ایک جسم کو حرکت دیتی ہے بلکہ متحرک جسم کو روکتی بھی ہے۔

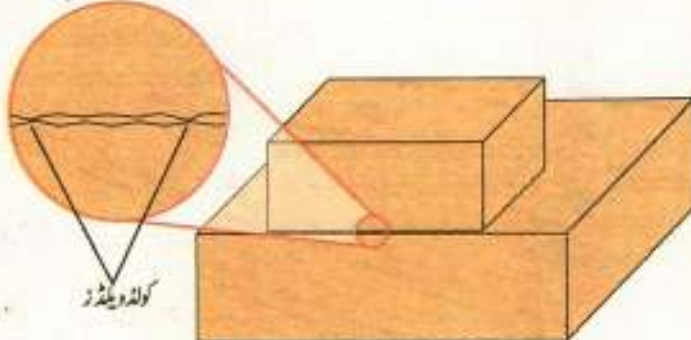
وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔

شکل 3.15: فرکشن پر قابو پانے کے لیے ایک بائیسکل سوار مسلسل پیڈلز پر زور لگاتا ہے۔

جیسے ہی ہم کسی جسم کو دھکیلتے ہیں یا کھینچتے ہیں، فرکشن کی فورس کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔ ٹھوس اجسام کی صورت میں دو اجسام کے درمیان فرکشن کی فورس بہت سے عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً دو آپس میں ملی ہوئی (in contact) سطحوں کی نوعیت اور ایک سطح کو دوسری سطح پر دبانے والی فورس۔ اپنی ہتھیلی کو مختلف سطحوں مثلاً میز، قالین، پالش کی ہوئی سنگِ مرمر کی سطح اور اینٹ وغیرہ پر رگڑیں۔ آپ دیکھیں گے کہ سطح جتنی ہموار ہوگی ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی آسان ہوگا۔ مزید یہ کہ جتنا زیادہ آپ ہتھیلی کو اس سطح پر دبائیں گے ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی مشکل ہوگا۔

شکل 3.16: چلنے یا دوڑنے کے دوران زمین کو پیچھے کی طرف دھکیلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

فرکشن حرکت کی مخالفت کیوں کرتی ہے؟ کوئی سطح مکمل طور پر ہموار نہیں ہوتی۔ ایک بظاہر ہموار سطح مائیکروسکوپ سے مشاہدہ کرنے پر ناہموار نظر آتی ہے۔ اس میں چھوٹے چھوٹے گڑھے اور ابھری ہوئی جگہیں نظر آتی ہیں۔ شکل (3.17) میں دو لکڑی کے بلاکس کی ملی ہوئی ہموار سطحوں کا مائیکروسکوپ کے ذریعہ معائنہ کیا گیا۔ اس سے پتہ چلا کہ ان دونوں سطحوں کے درمیان اتصال کے پوائنٹس پر ایک قسم کے کولڈ ویلڈز (cold welds) بن جاتے ہیں۔ یہ کولڈ ویلڈز ایک سطح کو دوسری سطح پر حرکت دینے میں رکاوٹ پیدا کرتے ہیں۔ اوپر والے بلاک پر مزید وزن شامل کرنے سے دونوں سطحوں کے درمیان دبانے والی فورس میں اضافہ ہو جاتا ہے اس وجہ

مخالف دیواروں کو ہتھیلیوں اور پیروں کے پنجوں سے دبانے پر فرکشن میں اضافہ ہوتا ہے۔ جو لڑکے کو دیوار پر اوپر چڑھنے کے قابل بناتا ہے۔

شکل نمبر 3.17: دو سطحوں کے اتصال کے مقام کا میگنی فائڈ ویو

سے مزاحمت میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ پس جتنی دبانے والی فورس زیادہ ہوگی اتنی ہی ایک دوسرے پر حرکت کرتی ہوئی سطحوں کے درمیان فرکشن زیادہ ہوگی۔

سٹیٹک فرکشن اس لگائی گئی فورس کے برابر ہوتی ہے جو ایک ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ لگائی جانے والی فورس میں اضافہ کے ساتھ سٹیٹک فرکشن بھی بڑھتی ہے۔ لیکن سٹیٹک فرکشن ایک خاص حد تک بڑھ سکتی ہے۔ سٹیٹک فرکشن کی زیادہ سے زیادہ مقدار $f_s(max)$ کو انتہائی فرکشن (limiting friction) کہتے ہیں۔ یہ دو سطحوں کو آپس میں دبانے والی فورس (نارمل ری ایکشن) پر منحصر ہوتی ہے۔ دو مخصوص سطحوں کے لیے انتہائی فرکشن اور نارمل ری ایکشن کا تناسب ایک کونسٹنٹ ہوتا ہے جسے فرکشن کا کوایفی شینٹ (coefficient of friction) کہتے ہیں۔ اسے μ سے ظاہر کرتے ہیں۔ پس

$$\mu = \frac{F_s}{R} \quad \ldots \ldots \ldots (3.20)$$

یا

$$F_s = \mu R \quad \ldots \ldots \ldots (3.21)$$

اگر بلاک کا ماس m ہو تو اُفقی سطح کے لیے

$$R = mg \quad \ldots \ldots \ldots (3.22)$$

پس

$$F_s = \mu mg \quad \ldots \ldots \ldots (3.23)$$

زمین پر چلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہموار تلوں (soles) والے جوتے پہن کر گیلے فرش پر دوڑنا خطرناک ہوتا ہے۔ اتھلیٹس خاص قسم کے جوتے استعمال کرتے ہیں جن کی زمین کے ساتھ گرفت غیر معمولی ہوتی ہے۔ ایسے جوتے انہیں تیز دوڑنے کے دوران گرنے سے محفوظ رکھتے ہیں۔ اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے ہم کیا کرتے ہیں؟ ہم بریکس لگاتے ہیں۔ بریکس کے ساتھ لگے ہوئے ربڑ پیڈز دبانے سے فرکشن مہیا کرتے ہیں جو بائیسکل کو روک دیتی ہے۔

چند عام میٹیریلز کے درمیان کوایفی شینٹ آف فرکشن

میٹیریلز	μ_s
گلاس اور گلاس	0.9
گلاس اور میٹل	0.5 - 0.7
برف اور لکڑی	0.05
لوہا اور لوہا	1.0
ربڑ اور کنکریٹ	0.6
سٹیل اور سٹیل	0.8
ٹائر اور خشک روڈ	1
ٹائر اور گیلا روڈ	0.2
لکڑی اور لکڑی	0.25 - 0.6
لکڑی اور میٹل	0.2 - 0.6
لکڑی اور کنکریٹ	0.62

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. کون سے جوتے کم فرکشن پیش کرتے ہیں؟
2. خشک راستہ پر چلنے کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
3. جوگنگ کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
4. کون سا تلا (sole) جلدی گھسے گا؟

رولنگ فرکشن (Rolling Friction)

انسان کی تاریخ میں اہم ایجادات میں سے ایک پہیہ ہے۔ پہیے کے بارے میں پہلا اہم نکتہ یہ ہے کہ یہ حرکت کے دوران سرکنے کی بجائے رول کرتا ہے۔ یعنی گھومتا ہوا آگے بڑھتا ہے۔ جس کی وجہ سے فرکشن میں خاطر خواہ کمی ہو جاتی ہے۔

جب ایک پہیے کے ایکسل (axle) کو دھکیلا جاتا ہے تو پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن کی فورس ری ایکشن فورس فراہم کرتی ہے۔ یہ ری ایکشن کی فورس پہیے اور زمین کے درمیان میں لگائی گئی فورس کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔ پہیہ کولڈ ویلڈز (cold welds) کے ٹوٹے بغیر رول کرتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ سلائڈنگ فرکشن (sliding friction) کی بہ نسبت رولنگ فرکشن (rolling friction) انتہائی کم ہوتی ہے۔ اس حقیقت کو کہ رولنگ فرکشن، سلائڈنگ فرکشن سے کم ہوتی ہے، بال بیرنگ اور رولر بیرنگ میں فرکشن کی وجہ سے ہونے والے نقصانات کو کم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

شکل 3.18: فرکشن کی وجہ سے جسم رول کرسکتا ہے۔

شکل 3.19: بال بیرنگ

اگر پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن نہ ہو تو دھکیلنے پر پہیہ نہیں گھومے گا۔ اس لیے ایک سطح پر پہیے کو گھما کر آگے بڑھانے یعنی رول کرنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ گیلی سڑک پر گاڑی چلانا خطرناک ہوتا ہے کیونکہ ایسی صورت میں ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے، جس سے ٹائروں کے پھسلنے کے امکان میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ فرکشن میں اضافہ کے لیے ٹائروں پر تھریڈنگ (threading) کی جاتی ہے۔ اس طرح تھریڈنگ سڑک کی گرفت میں اضافہ کرتی ہے اور گیلی سڑک پر بھی گاڑی چلانا محفوظ بناتی ہے۔

شکل 3.20: ٹائروں پر تھریڈنگ سڑک کی بہتر گرفت فراہم کرتی ہے۔

ایک بائیسکل سوار اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے بریک لگاتا ہے۔ جیسے ہی بریک لگائے جاتے ہیں پہیے گھومنا بند کر دیتے ہیں اور سلائڈ کرنا شروع کر دیتے ہیں۔ اس لیے بائیسکل فوراً رک جاتی ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. ایک کاغذ کے صفحہ پر ایک سلنڈر نما ربڑ (cylindrical) کو سلائڈ کرنے کے مقابلہ میں رول کرنا کیوں آسان ہوتا ہے؟
2. کیا ہم اپنی نوٹ بک سے پنسل سے کیے گئے کام کو مٹانے کے لیے ربڑ کو اس کے اوپر رگڑتے ہیں یا گھماتے ہیں؟

بریکنگ اور سکڈنگ (Braking and Skidding)

ایک چلتی ہوئی گاڑی کے پہیوں کی ولاسٹی کے دو کمپونینٹ ہوتے ہیں:

(i) سڑک پر پہیوں کی موشن

(ii) پہیوں کی اپنے ایکسز کے گرد موشن

گاڑی کو سڑک پر چلانے کے لیے اور چلتی ہوئی گاڑی کو روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر سڑک پر پھسلن ہے اور ٹائر گھسے ہوئے ہیں تو ٹائر بجائے رول کرنے کے سڑک پر پھسلنا شروع ہو جائیں گے۔ اگر ٹائر ایسی سڑک پر ایک ہی جگہ پھسلنا شروع کر دیں تو گاڑی آگے نہیں بڑھے گی۔ پس ٹائروں کے گھوم کر آگے بڑھنے یا رول کرنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس اتنی ضرور ہونی چاہیے جو ٹائروں کو پھسلنے سے روک سکے۔

شکل 3.21: سڑک پر پھسلتی ہوئی کار

اسی طرح ایک کار کو فوری طور پر روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی زیادہ فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن ٹائروں کے ذریعہ فراہم کی جانے والی اس فرکشن کی فورس کی ایک حد ہوتی ہے۔ اگر بہت زور سے بریک لگائے جائیں تو کار کے پہیوں کا گھومنا بند ہو جائے گا۔ لیکن زیادہ مومینٹم کی وجہ سے کار کے پہیے بغیر گھومے سڑک پر گھسٹنے لگیں گے۔ جس سے کار کی موشن کی سمت پر قابو پانا مشکل ہو جاتا ہے۔ جس سے کوئی حادثہ رونما ہو سکتا ہے۔ سکڈنگ یعنی کار کے پہیوں کا گھومے بغیر موشن میں رہنے کے امکان کو کم کرنے کے لیے یہ مشورہ دیا جاتا ہے کہ تیز رفتاری کی حالت میں خصوصاً پھسلن والی سڑک پر اتنی زور سے بریک نہ لگائے جائیں کہ پہیوں کی روٹیشنل موشن ختم ہو جائے۔ مزید یہ کہ گھسے ہوئے ٹائروں کے ساتھ گاڑی چلانا غیر محفوظ ہوتا ہے۔

مفید معلومات

1. کس صورت میں آپ کو کم فورس کی ضرورت ہوگی اور کیوں؟
(i) رولنگ (ii) سلائڈنگ
2. کس صورت میں ٹائروں کے لیے رول کرنا آسان ہوگا۔
(i) ناہموار زمین پر (ii) ہموار زمین پر

فرکشن کے فوائد و نقصانات

فرکشن کے فوائد بھی ہیں اور نقصانات بھی۔ تیز رفتاری سے حرکت کرنے کے لیے فرکشن کی موجودگی انرجی کے ضیاع کا باعث بنتی ہے۔ کیونکہ یہ موشن کی مخالفت کرتی ہے اور متحرک اجسام کی سپیڈ کو محدود کرتی ہے۔ مشینوں کے موشن میں رہنے والے مختلف پرزوں کے درمیان فرکشن کی وجہ سے ہماری کارآمد انرجی کا بیشتر حصہ حرارت اور آواز کی صورت میں ضائع ہو جاتا ہے۔ ان مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے موشن میں رہنے والے پرزے جلدی گھس جاتے ہیں یا پھر ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

پہاڑ پر چڑھنے کے لیے فرکشن بہت زیادہ مطلوب ہوتی ہے۔

تاہم کبھی کبھی فرکشن انتہائی ضروری ہوتی ہے۔ اگر کاغذ اور پنسل کے درمیان فرکشن نہ ہو تو ہم لکھ نہیں سکتے۔ فرکشن ہمیں زمین پر چلنے کے قابل بناتی ہے۔ ہم پھسلن والی جگہوں پر دوڑ نہیں سکتے۔ پھسلن والی زمین بہت کم فرکشن فراہم کرتی ہے، اس لیے کوئی بھی شخص جو پھسلن والی زمین پر دوڑنے کی کوشش کرتا ہے حادثہ سے دوچار ہو سکتا ہے۔ اسی طرح پھسلن والی سڑک پر ایک تیز رفتار گاڑی کو روکنے کے لیے بہت زور سے بریک لگانا خطرناک ہوتا ہے۔ اگر ہوا کی رزسٹنس نہ ہو تو پرندے اُڑ نہیں سکتے۔ پرندے پیچھے کی طرف دھکیلی ہوئی ہوا کے ری ایکشن کے باعث پرواز کرتے ہیں۔ لہٰذا بعض صورت حال میں ہمیں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے جبکہ دوسری صورتوں میں ہمیں فرکشن کو حتی الامکان کم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

شکل 3.22: تیز رفتاری کے دوران ہوا کا بغیر رکاوٹ کے بہاؤ، ہوا کی رزسٹنس کم کرتا ہے۔

فرکشن کو کم کرنے کے طریقے

مندرجہ ذیل طریقوں سے فرکشن کو کم کیا جا سکتا ہے۔

(i) ایک دوسرے پر حرکت کرنے والی سطحوں کو ہموار کر کے

(ii) تیز رفتار اجسام کی شکل کو نوک دار بنا کر۔ مثلاً کار، ہوائی جہاز، وغیرہ۔ ایسا کرنے سے ہوا کے بہاؤ کی رکاوٹ کم ہو جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔

شکل 3.23: بلٹ ٹرین کی شکل کو نوک دار (streamline) بنانے سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔

(iii) دھاتی پرزوں کے درمیان فرکشن کو کم کرنے کے لیے تیل یا گریس لگا دی جاتی ہے۔

(iv) سلائڈنگ فرکشن کی بہ نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے بال بیرنگ یا رولر بیرنگ کے استعمال سے سلائڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کر دیا جاتا ہے۔

3.4 سرکلر موشن (Circular Motion)

روزمرہ زندگی میں ہمارا سابقہ ایسے اجسام سے پڑتا ہے جو دائرے میں حرکت کر رہے ہوتے ہیں۔ پتھر کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لیں۔ اس کو ایک ڈوری کے ایک سرے سے باندھ دیں۔ ڈوری کے دوسرے سرے کو اپنے ہاتھ میں پکڑ کر پتھر کے ٹکڑے کو گھمائیں جیسا کہ شکل (3.24) میں دکھایا گیا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا ایک سرکلر (دائروی) راستے پر حرکت کرے گا۔ پتھر کے ٹکڑے کی موشن سرکلر موشن کہلاتی ہے۔ اسی طرح زمین

شکل 3.24: ڈوری سے بندھے ہوئے پتھر کے ٹکڑے کی سرکلر موشن

شکل 3.25: زمین کے گرد چاند کی سرکلر موشن

کے گرد چاند کی موشن بھی سرکلر موشن ہے۔

کسی جسم کی سرکلر راستہ پر موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

سینٹری پیٹل فورس (Centripetal Force)

فرض کریں ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا جسم یونیفارم سپیڈ کے ساتھ سرکلر راستے میں حرکت کر رہا ہے انرشیا کی وجہ سے ایک جسم میں سیدھے راستہ پر حرکت کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے، پھر جسم دائرے میں کیوں حرکت کرتا ہے؟ ڈوری جس سے جسم باندھا گیا ہے جسم کو مستقل دائرے کے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ اور اس طرح اسے دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ ڈوری جسم کو اس کی موشن کی سمت کے عمودی سمت میں کھینچتی ہے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم کو کھینچنے والی اس فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی جانب ہوتی ہے۔ اس لیے اس کی سمت ہر لمحہ تبدیل ہو رہی ہوتی ہے۔ دائرے کے مرکز کی جانب عمل کرنے والی اس فورس کو سینٹری پیٹل فورس کہتے ہیں۔ یہ جسم کو دائرے میں گھماتی ہے۔ سینٹری پیٹل فورس ہمیشہ جسم کی موشن کی سمت کے عموداً عمل کرتی ہے۔

شکل 3.26: سینٹری پیٹل فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے اور اس کا کوئی کمپوننٹ جسم کی موشن کی سمت میں نہیں ہوتا۔

سینٹری پیٹل فورس وہ فورس ہے جو کسی جسم کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔

آیئے سینٹری پیٹل فورس کی چند مثالوں کا مطالعہ کریں۔

(i) شکل (3.27) میں دائرے میں حرکت کرنے والا ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا ایک پتھر کا ٹکڑا دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ یہ پتھر کے ٹکڑے کی دائرے میں موشن کو قائم رکھتا ہے۔ اگر ڈوری مضبوط نہ ہو تو سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے کے لیے ضروری ٹینشن مہیا نہیں کر سکے گی اور ٹوٹ جائے گی اور پتھر کا ٹکڑا

شکل 3.27 (a) ڈوری میں ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔
(b) ڈوری ٹوٹنے کے بعد سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے میں ناکام ہو جاتی ہے۔

دائرے کے ساتھ ٹینجنٹ (tangent) بناتے ہوئے دور جا گرے گا جیسا کہ شکل (3.27b) میں دکھایا گیا ہے۔

(ii) چاند زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ اسے زمین کی گریوی ٹیشنل فورس ضروری سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

فرض کریں کہ m ماس کا ایک جسم جس کا ریڈیس r ہے دائرے میں یونیفارم سپیڈ v سے حرکت کر رہا ہے۔ سینٹری پیٹل فورس F_c کا پیدا کردہ ایکسلریشن a_c حسب ذیل ہے۔

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots (3.24)$$ سینٹری پیٹل ایکسلریشن

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس F_c درج ذیل ہوگی۔

$$F_c = m a_c \quad \ldots\ \ldots\ \ldots (3.25)$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots (3.26)$$

مساوات (3.26) سے ظاہر ہے کہ دائرے میں حرکت کرنے کے لیے کسی جسم کو جس سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے وہ ولاسٹی کے مربع کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور دائرے کے ریڈیس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

شکل 3.28: پتھر کے ٹکڑے پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس اور ڈوری پر عمل کرنے والی سینٹری فیوگل فورس

سینٹری فیوگل فورس (Centrifugal Force)

فرض کریں کہ ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا پتھر کا ایک ٹکڑا دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.28) میں دکھایا گیا ہے۔

ضروری سینٹری پیٹل فورس ڈوری کے ذریعہ عمل کرتی ہے اور پتھر کے ٹکڑے کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن بھی ہوگا۔ یہ سینٹری پیٹل ری ایکشن جو ڈوری پر باہر کی طرف عمل کرتا ہے، اسے سینٹری فیوگل فورس کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب رولر کوسٹر کار سرکلر راستے پر گھومتی ہے تو ٹریک سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے اور اس کو دائرے سے باہر نکلنے سے روکتی ہے۔

مثال 3.8

100 گرام ماس کے ایک پتھر کے ٹکڑے کو 1 میٹر لمبی ڈوری کے سرے سے باندھا گیا ہے۔ پتھر کا یہ ٹکڑا $5\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ ڈوری میں ٹینشن معلوم کریں۔

حل

$$m = 100\,g = 0.1\,kg$$
$$v = 5\,ms^{-1}$$
$$r = 1\,m$$
$$T = F_c$$

ڈوری میں ٹینشن T ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتی ہے۔ یعنی

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
$$T = \frac{0.1\,kg \times (5\,ms^{-1})^2}{1\,m}$$
$$T = 2.5\,N$$

پس ڈوری میں ٹینشن 2.5N کے برابر ہوگا۔

بینکنگ آف روڈز (Banking of the Roads)

شکل 3.29: گاڑی کو پھسلنے سے روکنے کے لیے دائرہ نما سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کر دیا جاتا ہے۔

جب ایک کار کسی دائرہ نما (curved) راستہ پر مڑتی ہے تو اسے سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹائروں اور سڑک کے درمیان موجود فرکشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتی ہے۔ اگر ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس ناکافی ہو خصوصاً گیلی سڑک پر تو کار روڈ پر پھسل سکتی ہے۔ یہ مسئلہ دائرہ نما سڑک کی بینکنگ کے ذریعہ حل کیا جاتا ہے۔ بینکنگ کا مطلب ہے کہ سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کرنا۔ شکل (3.29) میں بینکنگ کی وجہ سے گاڑی پر عمل کرنے والے سڑک کے نارمل ری ایکشن کا ایک افقی کمپونینٹ گاڑی کو موڑنے کے دوران ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ اس طرح سڑک کی بینکنگ گاڑی کو پھسلنے سے روکتی ہے اور گاڑی چلانے کو محفوظ بناتی ہے۔

واشنگ مشین ڈرائیر (Washing Machine Dryer)

شکل 3.30: واشنگ مشین کے ڈرائیر کی دیواریں سوراخ دار ہوتی ہیں۔

واشنگ مشین کا ڈرائیر گھومنے والی ٹوکریوں (basket spinners) پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ ٹوکریاں سلنڈر کی شکل کی ہوتی ہیں اور ان کی دیواروں میں بہت زیادہ تعداد میں سوراخ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (3.30) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے اندر گیلے کپڑے رکھ کر سلنڈر کی شکل کے روٹر (rotor) کا ڈھکن بند کر دیا جاتا ہے۔ جب یہ تیز سپیڈ سے گھومتا ہے تو سینٹری فیوگل فورس کی وجہ سے گیلے کپڑوں کا پانی سوراخوں کے ذریعے سے باہر نکل جاتا ہے۔

کریم سپریٹر (Cream Separator)

شکل 3.31: کریم سپریٹر

بہت سے جدید پلانٹس غذائی اشیا میں چکنائی کے اجزا کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے لیے سپریٹر استعمال کرتے ہیں۔ ایک سپریٹر تیزی سے گھومنے والی مشین ہے۔ اس کے کام کرنے کا اصول وہی ہے جو سینٹری فیوج مشین کا ہوتا ہے۔ اس میں ایک بڑا پیالا ہوتا ہے جس میں دودھ ڈال کر اسے تیزی سے گھمایا جاتا ہے۔ جس کے باعث دودھ کے بھاری اجزا باہر کی طرف اور ہلکے اجزا اندر کی طرف یعنی ایکسز کی طرف چلے جاتے ہیں۔ دودھ کے دوسرے اجزا کے مقابلہ میں مکھن یا کریم ہلکے ہوتے ہیں اس لیے مکھن کے بغیر دودھ (skimmed milk) پیالہ کی بیرونی دیوار سے باہر نکال لیا جاتا ہے۔ ہلکے اجزا (کریم) مرکزی ایکسز کی طرف دھکیل دیے جاتے ہیں جہاں انھیں ایک پائپ کے ذریعے حاصل کرلیا جاتا ہے۔

خلاصہ

- دھکیلنے یا کھینچنے کا دوسرا نام فورس ہے۔ فورس ایک ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لاتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ ایک متحرک جسم کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔
- انرشیا کسی بھی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتا ہے۔
- کسی جسم کا مومینٹم اس میں موشن کی مقدار کے برابر ہوتا ہے۔ مومینٹم کسی جسم کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔
- وہ فورس جو موشن کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔
- نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کے مطابق ایک جسم اپنی ریسٹ یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت کو جاری رکھتا ہے، بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔
- نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق جب کسی جسم پر ایک نیٹ فورس عمل کرتی ہے تو اس جسم میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ اس ایکسلریشن کی مقدار جسم پر عمل کرنے والی نیٹ فورس کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور اس کے ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔
- فورس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے۔ ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1 کلوگرام ماس والے جسم میں $1ms^{-2}$ کا ایکسلریشن اپنی ہی سمت میں پیدا کرتی ہے۔
- کسی جسم کا ماس اس میں مادہ کی وہ مقدار ہے جو جسم میں موجود ہے۔ ماس ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا SI یونٹ کلوگرام (kg) ہے۔
- کسی جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس کے برابر ہوتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ وزن کا SI یونٹ نیوٹن (N) ہے۔
- نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق ہر ایکشن کا ایک ری ایکشن ہوتا ہے۔ ایکشن اور ری ایکشن مقدار میں مساوی لیکن سمت میں ایک دوسرے کے مخالف ہوتے ہیں۔
- ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے

سروں پر عموداً لٹکے ہوئے دو اجسام کا ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \; ; \; T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

- ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں پر دو اجسام جن میں ایک عموداً نیچے کی طرف اور دوسرا افقی سطح پر حرکت کر رہا ہو۔ ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \; ; \; T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

- مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق دو یا دو سے زیادہ باہم متصادم اجسام کے آئیسولیٹڈ سسٹم کا کل مومینٹم ہمیشہ کونسٹنٹ رہتا ہے۔
- ایک دوسرے پر حرکت کرنے والے دو اجسام کے درمیان وہ فورس جو ان کی ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔
- رولنگ فرکشن وہ فورس ہے جو رول کرنے والے جسم اور اس سطح جس پر وہ رول کر رہا ہو کے درمیان عمل کرتی ہے۔ سلائڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔
- مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی ہے۔ اس ضیاع کو پورا کرنے کے لیے بہت کام کرنا پڑتا ہے۔ اس کے علاوہ فرکشن کی وجہ سے مشین کے حرکت کرنے والے پرزے گھس جاتے ہیں اور ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔ فرکشن کو کم کرنے کے لیے
  (i) سلائڈنگ سطحوں کو پالش کیا جاتا ہے۔
  (ii) سلائڈنگ سطحوں کے درمیان تیل یا گریس وغیرہ استعمال کیا جاتا ہے۔
  (iii) بال بیرنگ یا رولر بیرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔
- سرکلر راستے پر حرکت کرنے والے جسم کی موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔
- وہ فورس جو جسم کی موشن کو ایک دائرے میں برقرار رکھتی ہے، سینٹری پیٹل فورس کہلاتی ہے۔ اس کا فارمولا حسب ذیل ہے۔

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

- نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن بھی موجود ہوتا ہے۔ یہ سینٹری پیٹل ری ایکشن جو ڈوری کو باہر کی طرف کھینچتا ہے، سینٹری فیوگل فورس کہلاتا ہے۔

سوالات

3.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) مندرجہ ذیل میں سے کس کی غیر موجودگی میں نیوٹن کے پہلے قانون موشن کا اطلاق ہوتا ہے؟
(a) مومینٹم (b) فرکشن (c) نیٹ فورس (d) فورس

(ii) مندرجہ ذیل میں سے انرشیا کا انحصار کس پر ہے؟
(a) ولاسٹی (b) ماس (c) نیٹ فورس (d) فورس

(iii) ایک لڑکا چلتی ہوئی بس میں سے چھلانگ لگاتا ہے۔ اس کے کس طرف گرنے کا خطرہ ہے؟
(a) بس سے دور (b) چلتی ہوئی بس کی طرف
(c) حرکت کی مخالفت سمت میں (d) حرکت کی سمت میں

(iv) ایک ڈوری کو دو مخالف فورسز کی مدد سے کھینچا جا رہا ہے۔ ہر ایک فورس کی مقدار 10N ہے۔ ڈوری میں ٹینشن کتنا ہوگا؟

(a) صفر (b) 5N (c) 10N (d) 20N

(v) ایک جسم کا ماس

(a) ایکسلریٹ کرنے پر کم ہو جاتا ہے

(b) ایکسلریٹ کرنے پر زیادہ ہو جاتا ہے

(c) تیز ولاسٹی سے چلنے پر کم ہو جاتا ہے

(d) ان میں کوئی بھی نہیں

(vi) ایک بے فرکشن پلی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں پر m_1 اور m_2 ماس کے دو اجسام اس طرح منسلک ہیں کہ دونوں عموداً حرکت کرتے ہیں۔ ان اجسام کا ایکسلریشن ہوگا۔

(a) $\frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} g$ (b) $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$

(c) $\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} g$ (d) $\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$

(vii) مندرجہ ذیل میں سے مومینٹم کا یونٹ ہے۔

(a) Nm (b) $kgms^{-2}$ (c) Ns (d) Ns^{-1}

v) جب گھوڑا، گاڑی کو کھینچتا ہے تو ایکشن کس پر ہوتا ہے؟

(a) گاڑی پر (b) زمین پر

(c) گھوڑے پر (d) زمین اور گاڑی پر

(ix) مندرجہ ذیل میں سے کس میٹیریل کو سلائڈ کرنے والی سطحوں کے درمیان رکھنے سے ان کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے؟

(a) پانی (b) سنگ مرمر کا پاؤڈر

(c) ہوا (d) آئل

3.2 مندرجہ ذیل کی تعریف بیان کریں۔

(i) فورس (ii) انرشیا (iii) مومینٹم

(iv) فورس آف فرکشن (v) سینٹری پیٹل فورس

3.3 مندرجہ ذیل میں فرق واضح کریں۔

(i) ماس اور وزن (ii) ایکشن اور ری ایکشن

(iii) سلائڈنگ فرکشن اور رولنگ فرکشن

3.4 انرشیا کا قانون کیا ہے؟

3.5 بس کی چھت پر سفر کرنا کیوں خطرناک ہوتا ہے؟

3.6 جب ایک بس موڑ کاٹتی ہے تو اس میں موجود مسافر باہر کی طرف کیوں جھک جاتے ہیں؟

3.7 آپ کس طرح فورس کا تعلق مومینٹم کی تبدیلی سے قائم کر سکتے ہیں؟

3.8 ایک ڈوری میں کتنا ٹینشن ہوگا اگر اس کے سروں کو 100 N کی دو مخالف فورسز سے کھینچا جائے؟

3.9 اگر ایکشن اور ری ایکشن برابر مگر مخالف سمت میں ہوتے ہیں تو پھر کوئی جسم حرکت کیسے کرتا ہے؟

3.10 ایک گھوڑا، گاڑی کو کھینچ رہا ہے۔ اگر ایکشن اور ری ایکشن ایک دوسرے کے برابر اور مخالف ہوں تو پھر گاڑی حرکت کیسے کرتی ہے؟

3.11 مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون کیا ہے؟

3.12 مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی کیا اہمیت ہے؟

3.13 جب ایک بندوق چلائی جاتی ہے تو یہ پیچھے کو جھٹکا کھاتی ہے۔ کیوں؟

3.14 دو ایسی صورتیں بیان کریں جن میں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

3.15 مشین کے حرکت کرنے والے پرزوں کے درمیان آئل یا گریس ڈالنے سے فرکشن کیوں کم ہو جاتی ہے؟

3.16 فرکشن کو کم کرنے کے طریقے بیان کریں۔

3.17 رولنگ فرکشن، سلائڈنگ فرکشن سے کیوں کم ہوتی ہے؟

3.18 مندرجہ ذیل کے بارے میں آپ کیا جانتے ہیں؟
(i) ڈوری میں ٹینشن (ii) انتہائی فرکشن کی فورس
(iii) بریکنگ فورس (iv) گاڑیوں کا پھسلنا
(v) سیٹ بیلٹس (vi) بینکنگ آف روڈ
(vii) کریم سپریٹر

3.19 اگر ہر قسم کی فرکشن اچانک ختم ہو جائے تو کیا ہوگا؟

3.20 واشنگ مشین کے سپنر کو بہت تیزی سے کیوں گھمایا جاتا ہے؟

مشقی سوالات

3.1 20 نیوٹن کی ایک فورس ایک جسم کو $2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے حرکت دیتی ہے۔ جسم کا ماس کیا ہو گا؟ (10 kg)

3.2 ایک جسم کا وزن 147 N ہے۔ اس کا ماس کیا ہوگا؟ (g کی قیمت $10\ ms^{-2}$ ہے) (14.7 kg)

3.3 10 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو گرنے سے روکنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟ (100 N)

3.4 50 کلوگرام ماس کے ایک جسم میں 100 N کی فورس کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟ ($2\ ms^{-2}$)

3.5 ایک جسم کا وزن 20 N ہے۔ اس کو $2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے سیدھا اوپر کی طرف لے جانے کے لیے کتنی فورس کی ضرورت ہوگی؟ (24 N)

3.6 ایک بے فرکشن پُلی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں سے 52 kg ماس اور 48 kg ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔ ڈوری میں ٹینشن اور اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں جبکہ دونوں اجسام عموداً حرکت کر رہے ہوں۔ ($500\ N, 0.4\ ms^{-2}$)

3.7 ایک بے فرکشن پُلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے 26 kg ماس اور 24 kg ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔ 26 kg ماس کا جسم ایک ہموار افقی سطح پر رکھا ہوا ہے جبکہ 24 kg ماس کا جسم عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ ڈوری میں ٹینشن اور دونوں اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں۔ ($125\ N, 4.8\ ms^{-2}$)

3.8 کسی جسم کے مومینٹم میں 22 Ns کی تبدیلی پیدا کرنے کے لیے 20 N کی فورس کو کتنا وقت درکار ہوگا؟ (1.1s)

3.9 5 کلوگرام ماس کے لکڑی کے بلاک اور سنگِ مرمر کے اُفقی فرش کے درمیان فرکشن کی کتنی فورس ہوگی؟ لکڑی اور سنگِ مرمر کے درمیان کوایفی شینٹ آف فرکشن کی قیمت 0.6 ہے۔ (30 N)

3.10 0.5 کلوگرام ماس کے جسم کو 50 cm ریڈیس کے دائرے میں $3\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے گھمانے کے لیے کتنی سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوگی؟ (9N)

یونٹ 4

فورسز کا گھمانے کا اثر

(Turning Effect of Forces)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- لائک اور ان لائک پیرالل فورسز کی تعریف بیان کر سکیں۔
- فورسز اویکٹرز کو جمع کرنے کا ہیڈ ٹو ٹیل رول بیان کر سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ کس طرح کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں تقسیم کیا جاتا ہے۔
- عمودی کمپونینٹس سے کسی فورس کی مقدار اور سمت معلوم کر سکیں۔
- مومنٹ آف فورس یا ٹارک کی تعریف کر سکیں بطور
- ایکسز آف روٹیشن سے فورس کے عمل کی لائن کا عمودی فاصلہ × فورس = ٹارک
- روزمرہ زندگی کے حوالے سے فورس کے گھمانے کے اثر کی تشریح کر سکیں۔
- مومنٹس کا اصول بیان کر سکیں۔
- کسی جسم کے سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریویٹی کی تعریف کر سکیں۔
- کپل کی بطور ایسی دو فورسز کے تعریف کر سکیں جو روٹیشن پیدا کرنے کی کوشش کرتی ہیں۔
- ثابت کر سکیں کہ کپل کا کسی بھی پوائنٹ کے گرد مومنٹ ایک جیسا ہی رہتا ہے۔
- ایکوی لبریم کی تعریف کر سکیں اور روزمرہ زندگی سے مثالیں دے کر اس کی اقسام کی درجہ بندی کر سکیں۔
- کسی جسم کے ایکوی لبریم کی دو شرائط بیان کر سکیں۔
- سادہ متوازن سسٹم میں صرف ایک ایکسز پر قائم اجسام سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

لیور	سائنس- V
مشینیں	سائنس- VI
کائنیمیٹکس	فزکس- IX

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

روٹیشنل موشن، ویکٹرز اور ایکوی لبریم	فزکس- XI

- ایکوی لبریم کی مختلف حالتیں بیان کر سکیں اور عام مثالوں سے ان کی درجہ بندی کر سکیں۔
- سنٹر آف ماس کی پوزیشن سے پیدا ہونے والے سادہ اجسام کے متوازن ہونے کی وضاحت کر سکیں۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- باقاعدہ اور بے قاعدہ اشکال کے اجسام کا سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریویٹی معلوم کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- مومنٹ آف فورس کے عملی اطلاق کی مثالوں کے طور پر بوتل اوپنر، سپینر، دروازے اور کھڑکیوں کے ہینڈل وغیرہ کی ورکنگ کی وضاحت کر سکیں۔
- سی سا کے کام کرنے کا اصول بیان کر سکیں۔
- سٹیئرنگ وہیل اور بائیسکل کے پیڈل پر کپل کے کردار کا عملی مظاہرہ کر سکیں۔
- بیلنسنگ کھلونے اور ریسنگ کار وغیرہ کے مظاہرے سے واضح کر سکیں کہ کسی جسم کے متوازن ہونے کو اس کے سنٹر آف ماس کی بلندی کم کرنے اور بنیاد کا رقبہ بڑھانے سے بہتر کیا جا سکتا ہے۔

اہم تصورات

4.1	اجسام اور فورسز
4.2	ریزلٹنٹ آف فورسز
4.3	ریزولیوشن آف فورسز
4.4	مومنٹ آف فورس
4.5	مومنٹس کا اصول
4.6	سنٹر آف ماس
4.7	کپل
4.8	ایکوی لبریم
4.9	سٹیبلیٹی

شکل 4.1: سپینر کی مدد سے نٹ کھولنا آسان ہے۔

کیا بائیسکل کے ایکسل کا نٹ ہاتھ سے ڈھیلا کیا جا سکتا ہے؟ عموماً اس کے لیے ہم سپینر استعمال کرتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.1) میں دکھایا گیا ہے۔ سپینر فورس کے گھمانے کے اثر کو بڑھاتا ہے۔

پچھلے صفحہ پر تصویر دیکھیے۔ جوکر کیا کر رہا ہے؟ وہ سلنڈر نما پائپ پر رکھے تختے پر اپنے آپ کو بیلنس کرنے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا آپ ایسا کر سکتے ہیں؟ ایک بچہ بتدریج اپنے آپ کو بیلنس کر کے کھڑا ہونا سیکھتا ہے۔ گاؤں میں خواتین اور بچے پانی کے برتن سروں پر رکھ کر چلتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.2) میں دکھایا گیا ہے۔ تھوڑی سی محنت سے ہم کسی چھڑی کو اپنی انگلی کے سرے پر عموداً بیلنس کرنا سیکھ سکتے ہیں۔ بیلنس کی گئی اشیا ایکوی لبریم یعنی توازن میں ہوتی ہیں۔ اس یونٹ میں ہم متعدد دلچسپ تصورات کے بارے میں پڑھیں گے۔ مثلاً ٹارک، ایکوی لبریم وغیرہ اور ان کا روزمرہ زندگی میں اطلاق۔

شکل 4.2: بچے سروں پر پانی کے برتن اٹھائے ہوئے۔

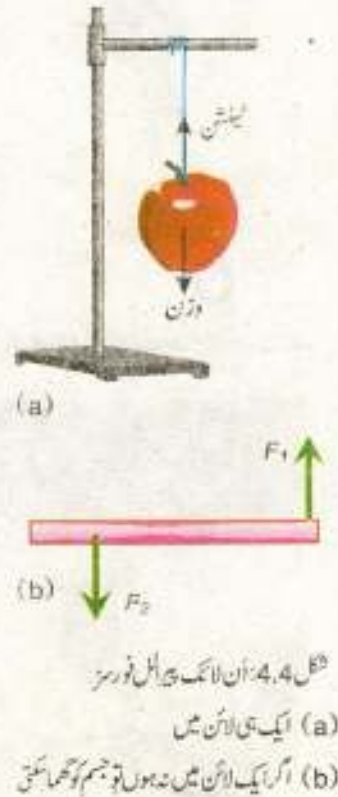
4.1 لائک اور ان لائک پیرالل فورسز
(Like and Unlike Parallel Froces)

ہمارا اکثر ایسے اجسام سے واسطہ پڑتا ہے جن پر بہت سی فورسز عمل کر رہی ہوتی ہیں۔ اکثر کسی جسم پر عمل کرنے والی چند یا تمام فورسز ایک ہی سمت میں ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بہت سے لوگ بس کو سٹارٹ کرنے کے لیے دھکیلتے ہیں۔ تمام لوگ اسے ایک ہی سمت میں کیوں دھکیلتے ہیں؟ ایک ہی سمت میں عمل کرنے والی فورسز ایک دوسرے کے پیرالل ہوتی ہیں۔ ایسی تمام فورسز جو ایک دوسرے کے پیرالل ہوں، پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔

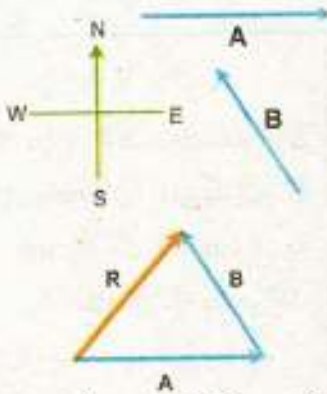
شکل 4.3: لائک پیرالل فورسز

شکل (4.3) میں ایک بیگ دکھایا گیا ہے جس میں سیب موجود ہیں۔ بیگ کا وزن اس میں موجود سیبوں کے باعث ہے۔ چونکہ بیگ کے اندر موجود ہر سیب کا وزن وہ فورس آف گریویٹی ہے جو اس پر عموداً نیچے کی جانب عمل کرتی ہے۔ یہ تمام فورسز ایک ہی سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ ایسی فورسز کو لائک پیرالل فورسز کہتے ہیں۔

> لائک پیرالل فورسز وہ فورسز ہیں جو ایک دوسرے کے پیرالل اور ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں۔

شکل (4.4a) میں ایک سیب کو ڈوری سے لٹکایا گیا ہے۔ ڈوری سیب کے وزن کی وجہ سے ٹینشن میں ہے۔ اس پر عمل کرنے والی فورسز میں سیب کے نیچے کی جانب عموداً عمل کرنے والی فورس اس کا وزن ہے اور ڈوری کو اوپر کی طرف کھینچنے والی فورس ٹینشن ہے۔ یہ دونوں فورسز پیرالل لیکن ایک دوسرے کے مخالف سمت میں ہیں۔ ان فورسز کو ان لائک پیرالل فورسز کہتے ہیں۔ شکل (4.4b) میں فورسز F_1 اور F_2 ان لائک پیرالل فورسز ہیں کیونکہ یہ ایک دوسرے کے پیرالل مگر مخالف سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ لیکن F_1 اور F_2 ایک ہی لائن میں عمل نہیں کر رہی ہیں اس لیے وہ جسم کو گھمانے کے قابل ہیں۔

شکل 4.4: ان لائک پیرالل فورسز
(a) ایک ہی لائن میں
(b) اگر ایک لائن میں نہ ہوں تو جسم کو گھما سکتی ہیں۔

> ان لائک پیرالل فورسز وہ فورسز ہیں جو ایک دوسرے کے پیرالل لیکن مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں۔

4.2 ریزلٹنٹ آف فورسز (Resultant of Forces)

شکل 4.5: ویکٹرز کی جمع کا ہیڈ ٹو ٹیل رول

فورس ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی مقدار اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔ اس لیے فورسز کو عام حسابی قوانین سے جمع نہیں کیا جا سکتا۔ فورسز کو جمع کرنے پر ایک سنگل فورس حاصل ہوتی ہے، جسے ریزلٹنٹ فورس کہتے ہیں۔ ریزلٹنٹ فورس ایک ایسی سنگل فورس ہے جو انہیں اثرات کی حامل ہوتی ہے جن کی جمع کی جانے والی تمام فورسز مشترکہ طور پر حامل ہوتی ہیں۔

فورسز کو جمع کرنے کا ایک طریقہ گراف کا طریقہ ہے۔ اس طریقہ میں فورسز کو ویکٹرز کے ہیڈ ٹو ٹیل رول سے جمع کیا جاتا ہے۔

ہیڈ ٹو ٹیل رول (Head to Tail Rule)

یاد رکھیے: ہیڈ ٹو ٹیل رول کسی بھی تعداد میں دی گئی فورسز کو جمع کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ ریزلٹنٹ فورس کو ظاہر کرنے والا ویکٹر ریزلٹنٹ فورس کی مقدار اور سمت دونوں کو بیان کرتا ہے۔

شکل (4.5) میں ویکٹرز کو جمع کرنے کا ایک گرافیکل طریقہ دکھایا گیا ہے۔ سب سے پہلے ایک مناسب سکیل منتخب کریں۔ پھر تمام دیے گئے ویکٹرز کو اس سکیل کے مطابق کھینچیں، جیسے کہ ویکٹرز A اور B۔

ان میں سے کسی ایک ویکٹر کو پہلا ویکٹر لیجیے۔ مثال کے طور پر ویکٹر A پہلا ویکٹر ہے۔ اب دوسرا ویکٹر B اس طرح کھینچیں کہ اس کی ٹیل پہلے ویکٹر A کے ہیڈ پر ہو۔ اس عمل کو جاری رکھیے۔ یہاں تک کہ تمام ویکٹرز ترتیب وار کھینچ لیے جائیں۔ اب ویکٹر R اس طرح کھینچیں کہ اس کی ٹیل پہلے ویکٹر کی ٹیل پر اور اس کا ہیڈ آخری ویکٹر کے ہیڈ پر ہو۔ شکل (4.5) میں پہلا ویکٹر A ہے اور آخری ویکٹر B۔

شکل 4.6: فورسز کو ہیڈ ٹو ٹیل رول سے جمع کرنا

اب ویکٹر A کی ٹیل کو ویکٹر B کے ہیڈ سے ملانے والی لائن کھینچیں۔ یہ لائن ویکٹر R کو ظاہر کرے گی۔ یہاں پر ویکٹر R، ویکٹرز A اور B دونوں کی ریزلٹنٹ فورس کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ فورس ویکٹر A اور ویکٹر B کی ویکٹر جمع کو مکمل طور پر مقدار اور سمت دونوں میں ظاہر کرتی ہے۔

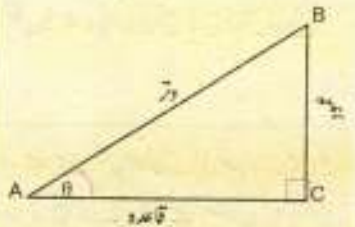
مثال 4.1

دی گئی تین فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کیجیے۔ 12 نیوٹن فورس x-ایکسز کے ساتھ، 8 نیوٹن فورس x-ایکسز سے 45° کا زاویہ بناتے ہوئے۔ جبکہ 8 نیوٹن فورس y-ایکسز کی جانب۔

یہاں
$F_1 = 12$ N (x-ایکسز کے ساتھ)

$F_2 = 8$ N (x-ایکسز کے ساتھ 45° کا زاویہ بناتے ہوئے)

$F_3 = 8$ N (y-ایکسز کی جانب)

سکیل: 1 cm = 2 N

(i) دی گئی فورسز کو ویکٹرز F_1، F_2 اور F_3 سے منتخب سکیل کے مطابق ظاہر کیجیے۔

(ii) F_1، F_2 اور F_3 فورسز کو ترتیب دیں۔ فورس F_2 کی ٹیل فورس F_1 کے ہیڈ، پوائنٹ B پر ہو جیسا کہ شکل (4.6) میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح فورس F_3 کی ٹیل فورس F_2 کے ہیڈ، پوائنٹ C پر ہو۔

(iii) پوائنٹ A، فورس F_1 کی ٹیل کو پوائنٹ D، فورس F_3 کے ہیڈ سے ملائیں۔ فرض کیجیے AD فورس F کو ظاہر کرتا ہے۔ ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق فورس F ریزلٹنٹ فورس کو ظاہر کرتی ہے۔

(iv) AD کی پیمائش کیجیے اور اسے سکیل کے مطابق $2Ncm^{-1}$ سے ضرب دے کر ریزلٹنٹ فورس کی مقدار معلوم کریں۔

(v) پروٹریکٹر کی مدد سے زاویہ DAB کی پیمائش کریں جو F فورس x-ایکسز کے ساتھ بناتی ہے۔ یہ زاویہ ریزلٹنٹ فورس کی سمت بتاتا ہے۔

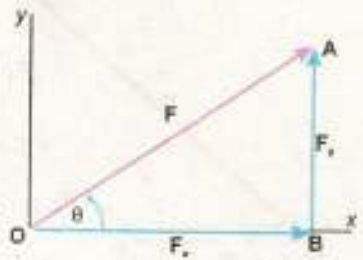
4.3 ریزولیوشن آف فورسز (Resolution of Forces)

ویکٹرز کو ان کے کمپونینٹس میں تحلیل کرنے کے عمل کو ویکٹرز کی تحلیل یا ریزولیوشن کہتے ہیں۔ اگر کوئی ویکٹر دو ایک دوسرے پر عمودی کمپونینٹس سے لیا گیا ہو تو ایسے کمپونینٹس عمودی کمپونینٹس (perpendicular components) کہلاتے ہیں۔

کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں تحلیل کرنا اس کی ریزولیوشن کہلاتا ہے۔

فرض کیجیے x-ایکسز کے ساتھ زاویہ θ بنانے والی لائن OA کسی فورس F کو ظاہر کرتی ہے۔ جیسا کہ شکل (4.7) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 4.7: ریزولیوشن آف فورسز

پوائنٹ A سے x-ایکسز پر AB عمود کھینچیں۔ ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق OA ویکٹرز OB اور BA کا ریزلٹنٹ ہے۔

پس $OA = OB + BA$ .... (4.1)

کمپونینٹ **OB** اور **BA** ایک دوسرے پر عمود ہیں۔ یہ **OA** کے عمودی کمپونینٹس کہلاتے ہیں۔ چونکہ **OA** ویکٹر **F** کو ظاہر کرتا ہے، اس لیے **OB** اس کے x- کمپونینٹ **Fx** کو ظاہر کرتا ہے اور **BA** اس کے y- کمپونینٹ **Fy** کو ظاہر کرتا ہے۔ اس لحاظ سے مساوات (4.1) کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$F = F_x + F_y \quad .... (4.2)$$

x اور y- کمپونینٹس کی مقداریں ٹریگنومیٹرک نسبتوں (trigonometric ratios) سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔ قائمۃ الزاویہ مثلث **OBA** میں

θ / نسبت	0°	30°	45°	60°	90°
sin θ	0	0.5	0.707	0.866	1
cos θ	1	0.866	0.707	0.5	0
tan θ	0	0.577	1	1.732	∞

$$\frac{F_x}{F} = \frac{OB}{OA} = \cos\theta$$

$$\therefore \quad F_x = F\cos\theta \quad .... (4.3)$$

اسی طرح

$$\frac{F_y}{F} = \frac{BA}{OA} = \sin\theta$$

$$\therefore \quad F_y = F\sin\theta \quad .... (4.4)$$

مساوات (4.3) اور (4.4) سے عمودی کمپونینٹس بالترتیب F_x اور F_y معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

مختصر مشق

کسی قائمۃ الزاویہ مثلث کے قاعدہ کی لمبائی 4 cm اور عمود کی لمبائی 3 cm ہے۔ معلوم کیجیے۔

(i) وتر کی لمبائی
(ii) sin θ
(iii) cos θ
(iv) tan θ

مثال 4.2

ایک شخص 200 N کی فورس سے جو افقی سڑک کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتی ہے ایک ٹرالی کو کھینچ رہا ہے۔ اس فورس کے افقی اور عمودی کمپونینٹس معلوم کیجیے۔

حل

$F = 200\ N$

$\theta = 30°$ (x- ایکسز کے ساتھ)

$F_x = ?$

$F_y = ?$

چونکہ $F_x = F\cos\theta$

$F_x = 200 \times \cos 30°$

$= 200 \times 0.866 = 173.2\ N$

اسی طرح $F_y = F\sin\theta$

$F_y = 200 \times \sin 30°$

$= 200 \times 0.5 = 100\ N$

پس کھینچنے والی فورس کے اُفقی اور عمودی کمپونینٹس بالترتیب 173.2N اور 100N ہیں۔

عمودی کمپونینٹس کی مدد سے فورس معلوم کرنا
(Determination of a Force from its Perpendicular Components)

چونکہ فورس کو دو عمودی کمپونینٹس میں تحلیل کیا جا سکتا ہے۔ اس کا الٹ عمودی کمپونینٹس سے فورس معلوم کرنا ہے۔

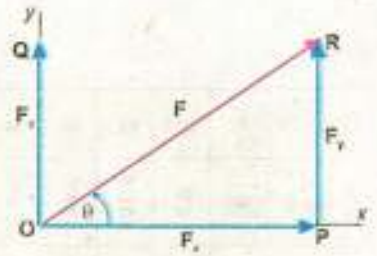
فرض کیجیے F_x اور F_y فورس **F** کے عمودی کمپونینٹس ہیں۔ انہیں شکل (4.8) میں بالترتیب **OP** اور **PR** لائنوں سے دکھایا گیا ہے۔ ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق:

$$\mathbf{OR} = \mathbf{OP} + \mathbf{PR}$$

شکل 4.8: عمودی کمپونینٹس کی مدد سے فورس معلوم کرنا۔

پس **OR** فورس **F** کو مکمل طور پر ظاہر کرے گا جس کے x اور y-کمپونینٹس بالترتیب F_x اور F_y ہیں۔ پس

$$\mathbf{F} = \mathbf{F_x} + \mathbf{F_y}$$

فورس **F** کی مقدار اور سمت قائمۃ الزاویہ مثلث POR سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔

چونکہ $(OR)^2 = (OP)^2 + (PR)^2$

اس لیے $F^2 = F_x^2 + F_y^2$

اور $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ ... ... (4.5)

x-ایکسز کے ساتھ فورس **F** کی سمت ہوگی:

$$\tan\theta = \frac{PR}{OP} = \frac{F_y}{F_x}$$

یا $\theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x}$ ... ... (4.6)

4.4 ٹارک یا مومنٹ آف فورس
(Torque or Moment of a Force)

شکل 4.9: ہینڈل کو کھینچنے یا دھکیلنے سے دروازے کو کھولنا یا بند کرنا آسان ہے۔

ہم دروازے کو دھکیلنے یا کھینچنے سے کھولتے یا بند کرتے ہیں۔ ایسا ہم دروازے کو اس کے قبضے یا ایکسز آف روٹیشن کے گرد گھمانے کے لیے کرتے ہیں۔ دروازہ اس پر عمل کرنے والی فورس کے گردشی اثر کے باعث کھولا یا بند کیا جاتا ہے۔

رجڈ باڈی (Rigid Body)

کوئی بھی جسم بے شمار چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز پر مشتمل ہوتا ہے۔ اگر اس جسم پر کسی فورس کے عمل کرنے سے اس کے پارٹیکلز کے مابین فاصلوں میں تبدیلی نہ آئے تو یہ ایک رجڈ باڈی کہلاتی ہے۔

دوسرے الفاظ میں ایک رجڈ باڈی ایک ایسا جسم ہے جو فورس یا فورسز کے زیر اثر اپنی شکل تبدیل نہیں کرتا۔

ایکسز آف روٹیشن (Axis of Rotation)

فرض کیجیے ایک رجڈ باڈی کسی خط مستقیم کے گرد گھوم رہی ہے۔ اس رجڈ باڈی کے پارٹیکلز ایسے دائروں میں گھومتے ہیں جن کے مراکز اس خط مستقیم پر واقع ہوتے ہیں۔ اس خط مستقیم کو اس جسم کا ایکسز آف روٹیشن کہتے ہیں۔

گردشی اثر پیدا کرنے والی فورسز بہت عام ہیں۔ پنسل تراش میں پنسل گھمانا، پانی کی ٹونٹی کے سٹاپ کاک کو گھمانا، وغیرہ چند ایک مثالیں ہیں جن میں فورس گردشی اثر پیدا کرتی ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

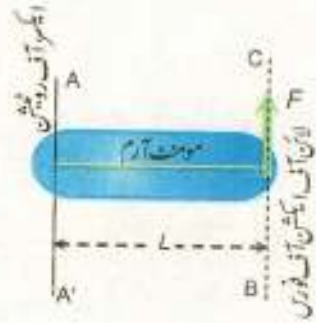
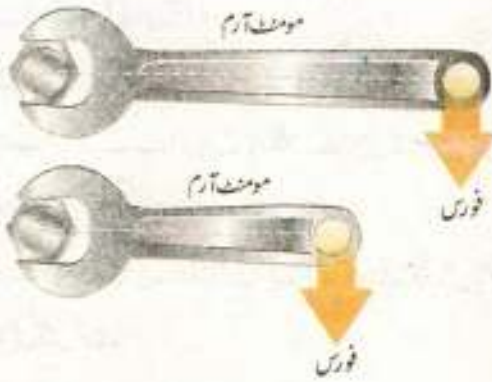
چند مزید اجسام کے نام بتائیے جو فورس کے گردشی اثر کے باعث ورک کرتے ہیں۔

کسی فورس کے گردشی اثر کو ٹارک یا مومنٹ آف فورس کہتے ہیں۔

شکل 4.10: فورسز کا گردشی اثر

دروازے کا ہینڈل اس کے بیرونی کنارے پر کیوں لگایا جاتا ہے؟ ہم دروازے کے قبضے کی بجائے اس کے بیرونی کنارے پر فورس لگا کر دروازے کو آسانی سے کھول یا بند کر سکتے ہیں۔ پس کسی جسم کو گھمانے کے لیے فورس لگانے کا مقام بہت اہم ہوتا ہے۔

آیئے ہم مطالعہ کریں کہ ٹارک یا مومنٹ آف فورس کا انحصار کن چیزوں پر ہے۔ ایک میکینک نٹ کو کھولنے یا کسنے کے لیے سپینر استعمال کرتا ہے شکل (4.11)۔ لمبے ہینڈل کے سپینر سے نٹ کو کھولنا یا کسنا چھوٹے ہینڈل کے سپینر کی بہ نسبت زیادہ آسان ہے۔ اس کی وجہ دونوں صورتوں میں گردشی اثرات کا مختلف ہونا

شکل 4.12: مومنٹ آف فورس پر اثر انداز ہونے والے عوامل۔

شکل 4.11: ایک لمبے بازووں کے سپینر سے نٹ کو کھولنا نسبتاً آسان ہے چھوٹے بازووں والے سپینر کی بہ نسبت ہے۔ ایک ہی جیسی فورس سے لمبے ہینڈل والا سپینر چھوٹے ہینڈل والے سپینر کی بہ نسبت زیادہ ٹارک پیدا کرتا ہے۔

لائن آف ایکشن آف فورس (Line of Action of a Force)

وہ خط (لائن) جس کی سمت میں کوئی فورس عمل کرتی ہے، فورس کی لائن آف ایکشن کہلاتی ہے۔ شکل (4.12) میں لائن BC فورس F کی لائن آف ایکشن ہے۔

150 نیوٹن کی فورس 10 سینٹی میٹر لمبے سپینر کے سرے پر لگائے جانے سے نٹ کو ڈھیلا کر دیتی ہے۔

1. اسی نٹ کو 60 نیوٹن کی فورس سے کھولنے کے لیے سپینر کی لمبائی کتنی ہونی چاہیے؟
2. 6 سینٹی میٹر لمبے سپینر سے اسی نٹ کو کھولنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟

مومنٹ آرم (Moment Arm)

ایکسز آف روٹیشن سے فورس کی لائن آف ایکشن تک کا عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔ اسے شکل (4.12) میں L سے ظاہر کیا گیا ہے۔

کسی فورس کے ٹارک یا مومنٹ آف فورس کا انحصار فورس F اور مومنٹ آرم L پر ہوتا ہے۔ فورس جتنی زیادہ ہوگی اتنا ہی مومنٹ آف فورس زیادہ ہوگا۔ اسی طرح سے مومنٹ آرم جتنا لمبا ہوگا اتنا ہی فورس کا مومنٹ زیادہ ہوگا۔ پس مومنٹ آف فورس یا ٹارک τ فورس F اور مومنٹ آرم L کے حاصل ضرب سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$\tau = F \times L \quad \text{ٹارک} \quad \ldots \ldots \ldots (4.7)$$

ٹارک کا SI یونٹ نیوٹن میٹر (Nm) ہے۔ ایک نیوٹن فورس ایک نیوٹن میٹر ٹارک اس وقت پیدا کرتی ہے جب مومنٹ آرم کی لمبائی ایک میٹر ہو۔

شکل 4.13 (a) کسنے کے لیے نٹ کو کلاک وائز سمت میں گھمایا جاتا ہے۔
(b) کھولنے یا ڈھیلا کرنے کے لیے نٹ کو اینٹی کلاک وائز سمت میں گھمایا جاتا ہے۔

مثال 4.3

ایک میکینک N 200 کی فورس لگا کر 15 cm لمبے سپینر کی مدد سے بائیسکل کا نٹ کستا ہے۔ نٹ کو کسنے والا ٹارک معلوم کیجیے۔

حل:

$F = 200\ N$

$L = 15\ cm = 0.15\ m$

$\tau = F \times L$ ٹارک کی مساوات کی مدد سے

$= 200\ N \times 0.15\ m$

$= 30\ Nm$

پس نٹ کو کسنے کے لیے 30 Nm کا ٹارک درکار ہوگا۔

4.5 مومنٹس کا اصول (Principle of Moments)

وہ فورس جو سپینر کو کلاک وائز سمت میں گھماتی ہے عموماً نٹ کو کسنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس طرح سے پیدا کیا جانے والا مومنٹ آف فورس یا ٹارک کلاک وائز مومنٹ (clockwise moment) کہلاتا ہے (شکل 4.13a)۔ دوسری صورت میں نٹ کو ڈھیلا کرنے کے لیے فورس اس طرح لگائی جاتی ہے جو نٹ کو اینٹی کلاک وائز سمت میں گھماتی ہے (شکل 4.13b)۔ اس طرح پیدا ہونے والا مومنٹ آف فورس یا ٹارک اینٹی کلاک وائز مومنٹ (anticlockwise moment) کہلاتا ہے۔

شکل 4.14: سی سا پر بچے

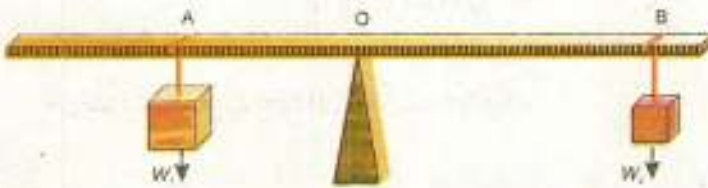
فوری جائزہ (Quick Quiz)

1. کیا ایک ننھا بچہ ایک موٹے بچے کے ساتھ سی سا جھول سکتا ہے؟ وضاحت کریں۔
2. دو بچے سی سا میں ایسے بیٹھے ہیں کہ سی سا معلق ہے۔ ایسی صورت میں ریزلٹنٹ ٹارک کتنا ہے؟

اگر کسی ساکن جسم پر عمل کرنے والے تمام کلاک وائز مومنٹس کا ریزلٹنٹ تمام اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے ریزلٹنٹ کے برابر ہو تو وہ جسم نہیں گھومتا۔ یہ مومنٹس کا اصول کہلاتا ہے۔ اس اصول کے مطابق:

ایک جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والے تمام کلاک وائز مومنٹس کا ریزلٹنٹ تمام اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے ریزلٹنٹ کے مساوی ہو۔

مثال 4.4

ایک میٹر راڈ درمیانی پوائنٹ O پر ایکوی لبریم میں ہے۔ جیسا کہ شکل (4.15) میں دکھایا گیا ہے۔ 10 N کا ایک بلاک پوائنٹ O سے 40 cm کے فاصلہ پر پوائنٹ B سے لٹکایا گیا ہے۔ اس بلاک کا وزن معلوم کیجیے جو پوائنٹ O سے 25 cm کے فاصلہ پر پوائنٹ A پر لٹکانے سے اسے متوازن کرتا ہے۔

شکل 4.15: فانے پر متوازن حالت میں پڑا ہوا میٹر راڈ۔

حل

پوائنٹ A پر لٹکائے گئے بلاک کا وزن $w_1 = ?$

پوائنٹ B پر لٹکائے گئے بلاک کا وزن $w_2 = 10\ N$

w_1 کا مومنٹ آرم $= OA = 25\ cm = 0.25\ m$

w_2 کا مومنٹ آرم $= OB = 40\ cm = 0.40\ m$

مومنٹس کے اصول کے مطابق:

اینٹی کلاک وائز مومنٹس = کلاک وائز مومنٹس

w_1 کا اینٹی کلاک وائز مومنٹ = w_2 کا کلاک وائز مومنٹ

پس $w_1 \times w_1$ کا مومنٹ آرم = $w_2 \times w_2$ کا مومنٹ آرم

یعنی $w_1 \times OA = w_2 \times OB$

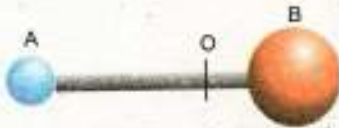
اور $w_1 \times 0.25\ m = 10\ N \times 0.4\ m$

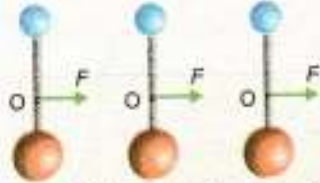
اس طرح

$$w_1 = \frac{10\ N \times 0.4\ m}{0.25\ m}$$

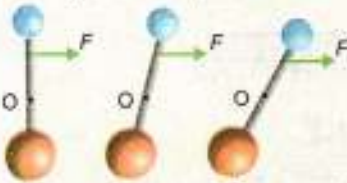
$$= 16\ N$$

پس پوائنٹ A پر لٹکائے جانے والے بلاک کا وزن 16 N ہے۔

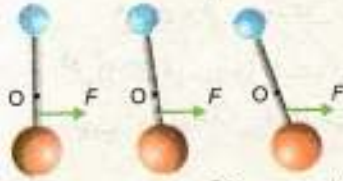
4.6 سنٹر آف ماس (Centre of Mass)

شکل 4.16: دو غیر مساوی ماسز کا سنٹر آف ماس

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی بھی سسٹم کا سنٹر آف ماس اس طرح حرکت کرتا ہے جیسے کہ اس کا تمام ماس اس سنگل پوائنٹ میں سما گیا ہو۔ کسی جسم کے اس مقام پر عمل کرنے والی فورس اس میں ٹارک پیدا کرنے سے قاصر ہوتی ہے۔ یعنی جسم بغیر گردش کیے ریزلٹنٹ فورس کی سمت میں حرکت کرتا ہے۔

شکل 4.17: سنٹر آف ماس پر لگائی گئی فورس بغیر گھمائے سسٹم کو حرکت میں لاتی ہے۔

فرض کیجیے ایک سسٹم کسی ہلکے رجڈ راڈ سے منسلک دو اجسام A اور B پر مشتمل ہے جیسا کہ شکل (4.16) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجیے A اور B اجسام کے مابین O ایک ایسا پوائنٹ ہے جہاں لگائی جانے والی کسی بھی فورس F کے زیر اثر جسم گھومے بغیر حرکت کرتا ہے۔ ایسی صورت میں پوائنٹ O سسٹم کا سنٹر آف ماس ہے (شکل 4.17)۔

کیا یہ سسٹم کسی اور جگہ فورس لگانے پر بھی بغیر گھومے حرکت کرتا ہے؟

شکل 4.18: لگائی گئی فورس سسٹم میں سنٹر آف ماس سے باہر ہونے کی صورت میں سسٹم کو گھماتے ہوئے حرکت میں لاتی ہے۔

(i) آیئے ہلکے جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.18) میں دکھایا گیا ہے، فورس لگاتے ہیں۔ سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔

(ii) آیئے بھاری جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.19) میں دکھایا گیا ہے، فورس لگاتے ہیں۔ اس صورت میں بھی سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔

شکل 4.19: لگائی گئی فورس سسٹم کے سنٹر آف ماس سے باہر ہونے کی صورت میں سسٹم کو گھماتے ہوئے حرکت میں لاتی ہے۔

> کسی جسم کا سنٹر آف ماس ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں پر لگائی گئی فورس سسٹم کو بغیر گھمائے حرکت دیتی ہے۔

سنٹر آف گریویٹی (Centre of Gravity)

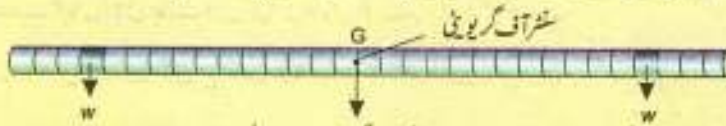
شکل 4.20: کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہوا محسوس ہوتا ہے۔

ایک جسم بے شمار پارٹیکلز سے مل کر بنتا ہے جیسا کہ شکل (4.20) میں دکھایا گیا ہے۔ زمین ان تمام پارٹیکلز کو عموداً نیچے اپنے مرکز کی جانب کھینچتی ہے۔ کسی بھی پارٹیکل پر عمل کرنے والی زمین کی کھینچنے کی فورس اس کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ کسی جسم کے پارٹیکلز پر عمل کرنے والی یہ فورسز پیرالل ہوتی ہیں۔ ان تمام فورسز کا ریزلٹنٹ ایک ایسی سنگل فورس ہوتی ہے جو اس جسم کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ وہ پوائنٹ جہاں پر یہ ریزلٹنٹ فورس عموداً نیچے زمین کے مرکز کی جانب عمل کرتی ہے اس جسم کا سنٹر آف گریویٹی G کہلاتا ہے۔

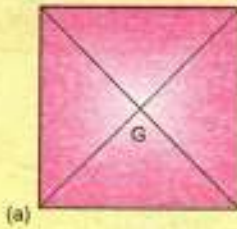
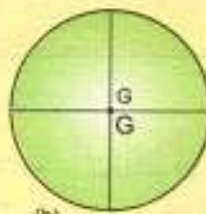
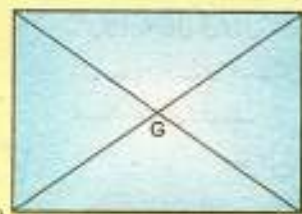
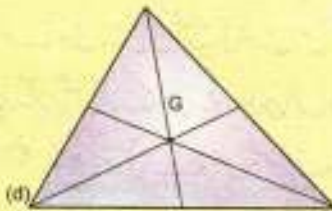
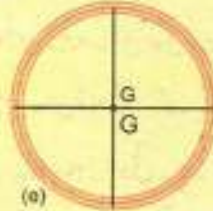
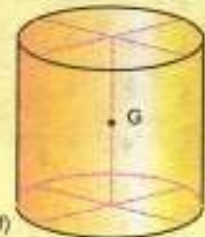
کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی وہ پوائنٹ ہے جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہوا محسوس ہوتا ہے۔

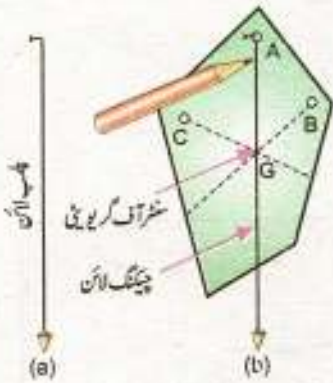
ایکوی لبریم کے مشقی سوالات حل کرنے کے لیے کسی جسم کے سنٹر آف گریویٹی کے مقام کا جاننا ضروری ہوتا ہے۔

چند باقاعدہ شکل کے اجسام کا سنٹر آف گریویٹی

باقاعدہ اشکال کے اجسام کے سنٹر آف گریویٹی ان کی جیومیٹری سے معلوم کیے جا سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک یونیفارم راڈ کا سنٹر آف گریویٹی وہ مقام ہے جہاں یہ ایکوی لبریم میں ہوتا ہے۔ یہ پوائنٹ اس کا وسطی پوائنٹ G ہے۔ جیسا کہ شکل (4.21) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 4.21: ایک یونیفارم راڈ کا سنٹر آف گریویٹی اس کا وسطی پوائنٹ G ہوتا ہے۔

کسی یونیفارم مربع یا مستطیل شیٹ کا سنٹر آف گریویٹی ان کے وتروں (diagonals) کو کاٹنے والا پوائنٹ G ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22a,c) میں دکھایا گیا ہے۔ ایک گول پلیٹ کا سنٹر آف گریویٹی اس کا مرکز ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22b) میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح ایک ٹھوس یا کھوکھلے گولے کا سنٹر آف گریویٹی اس کا مرکز ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.22b) میں دکھایا گیا ہے۔

ایک مثلث شیٹ کا سنٹر آف گریویٹی اس کے میڈینز (وسطانیوں) کا وہ پوائنٹ ہے جہاں وہ ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں جیسا کہ شکل (4.22d) میں دکھایا گیا ہے۔ کسی یونیفارم گول چھلے (ring) کا سنٹر آف گریویٹی اس کا مرکز ہوتا ہے جیسا کہ شکل (4.22e) میں دکھایا گیا ہے۔ کسی یونیفارم ٹھوس یا کھوکھلے سلنڈر کا سنٹر آف گریویٹی اس کے ایکسز کا درمیانی پوائنٹ ہوتا ہے جیسا کہ شکل (4.22f) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 4.22: چند باقاعدہ اجسام کا سنٹر آف گریویٹی

ایک بے قاعدہ شکل کے پتلے پرت کا سنٹر آف گریویٹی
(Centre of Gravity of an Irregular Shaped Thin Lamina)

شکل 4.23 (a) پلمب لائن (b) پلمب لائن سے کارڈ بورڈ کے ٹکڑے کا سنٹر آف گریویٹی معلوم کرنا۔

کسی جسم کے سنٹر آف گریویٹی کو معلوم کرنے کا ایک آسان طریقہ پلمب لائن (plumbline) کی مدد سے ممکن ہے۔ پلمب لائن ایک چھوٹے سے دھاتی گولے (پیٹل) پر مشتمل ہوتا ہے جسے ایک ڈوری سے لٹکایا جاتا ہے۔ جب پلمب لائن کو آزادانہ لٹکایا جاتا ہے تو یہ اپنے وزن کے باعث جو کہ عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے عمودی سمت میں ٹھہر جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.23a) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں گولے کا سنٹر آف گریویٹی لٹکائے جانے والے پوائنٹ کے بالکل نیچے ہوگا۔

تجربہ (Experiment)

شکل 4.24: کپل کی مدد سے سٹیئرنگ وہیل کو گھمانا آسان ہے۔

ایک بے قاعدہ شکل کے کارڈ بورڈ کا ٹکڑا لیں۔ اس کے کناروں کے قریب پوائنٹ A ,B اور C پر سوراخ کریں۔ دیوار میں ایک کیل گاڑیے۔ کارڈ بورڈ کو کسی ایک سوراخ A سے کیل پر اس طرح لٹکائیے کہ کارڈ بورڈ A کے گرد آزادانہ گھوم سکے۔ ساکن حالت میں کارڈ بورڈ کا سنٹر آف گریویٹی کیل کے عموداً بالکل نیچے ہوگا۔ پلمب لائن کی مدد سے کیل سے عموداً نیچے لائن کھینچیں۔ اب کارڈ بورڈ کو B پر لٹکا کر اوپر والا عمل دہرائیے۔ پوائنٹ B سے کھینچی جانے والی لائن پہلی لائن کو پوائنٹ G پر قطع کرے گی۔ اسی طرح سے پوائنٹ C پر کیے گئے سوراخ سے بھی کارڈ بورڈ کو لٹکا کر عمودی لائن کھینچیں۔ یہ لائن بھی پوائنٹ G سے گزرے گی۔ یعنی پوائنٹ G ان تمام سوراخوں B,A اور C سے کھینچی جانے والی عمودی لائنوں پر مشترک ہے۔ پس یہ مشترک پوائنٹ G، کارڈ بورڈ کا سنٹر آف گریویٹی ہے۔

4.7 کپل (Couple)

شکل 4.25: ڈبل آرم سپینر

جب ڈرائیور گاڑی موڑتا ہے تو وہ سٹیئرنگ وہیل پر دونوں ہاتھوں سے فورسز لگاتا ہے جو ٹارک پیدا کرتی ہیں۔ یہ ٹارک سٹیئرنگ وہیل کو گھماتا ہے۔ یہ فورسز جو سٹیئرنگ وہیل پر مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوتی ہیں (شکل 4.24)۔ یہ دونوں فورسز کپل پیدا کرتی ہیں۔

دو ایسی ان لائک پیرالل فورسز جو مقدار میں مساوی لیکن ایک لائن میں نہ ہوں کپل پیدا کرتی ہیں۔

ایک ڈبل آرم سپینر نٹ کو کھولنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ دو مساوی فورسز جن میں ہر ایک کی مقدار F ہے سپینر کے A اور B سروں پر مخالف سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.25) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ فورسز کپل پیدا کرتی ہیں جو سپینر کو پوائنٹ O کے گرد گھماتی ہیں۔ کپل کی دونوں فورسز سے پیدا ہونے والے ٹارکس ایک ہی سمت میں ہیں۔ پس کپل سے پیدا ہونے والا کل ٹارک ہوگا:

کپل کا کل ٹارک $= F \times OA + F \times OB$

$= F\,(OA + OB)$

پس کپل کا کل ٹارک $= F \times AB$ ... ... (4.8)

مساوات (4.8) سے کسی کپل کی فورسز F اور F سے پیدا ہونے والا ٹارک معلوم کیا جا سکتا ہے جن کا درمیانی فاصلہ AB ہو۔ کسی کپل کا ٹارک کپل کی دونوں فورسز میں سے کسی ایک فورس اور ان کے درمیان عمودی فاصلہ کے حاصل ضرب سے حاصل ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک سائیکلسٹ بائیسکل کے پیڈلز کو دھکیلتا ہے۔ اس طرح پیڈلز پر ایک کپل عمل کرتا ہے جو دندانے دار وہیل کو گھماتا ہے۔ یہ ایک چین سے منسلک بائیسکل کے پچھلے پہیے کو گھماتا ہے۔

4.8 ایکوی لبریم (Equilibrium)

نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق کوئی بھی جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خطِ مستقیم (straight line) میں یونیفارم موشن جاری رکھتا ہے جب تک اس پر کوئی ریزلٹنٹ فورس عمل نہ کرے۔ مثال کے طور پر میز پر پڑی ہوئی کتاب یا دیوار پر لٹکا ہوا فریم ریسٹ میں ہیں۔ کتاب کا نیچے کی جانب عمل کرنے والا وزن میز کے اوپر کی جانب کتاب پر کیے جانے والے ردِعمل کے برابر ہوتا ہے۔ شکل (4.26) میں رسیوں سے لٹکائی گئی لکڑی کی گیلی (log) کا وزن W ہے۔ یہاں وزن W گیلی کو اوپر کھینچنے والی فورسز F_1 اور F_2 سے بیلنس ہو رہا ہے۔ ایسے اجسام پر جو ریسٹ میں ہوتے ہیں یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہے ہوتے ہیں ان پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہوتی ہے۔ ایک ہموار سڑک پر یونیفارم ولاسٹی سے چلتی ہوئی کار

شکل 2.26: گیلی پر عمل پیرا اوپر کی سمت والی فورسز F_1 اور F_2 اور نیچے کی جانب وزن W ایکوی لبریم میں ہیں۔

اور ہوا میں یونیفارم ولاسٹی سے اڑتا ہوا ہوائی جہاز ایکوی لبریم کی مثالیں ہیں۔

ایک جسم ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے اگر اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

شکل 4.27: دیوار پر لٹکا ہوا فریم ایکوی لبریم میں ہے۔

پس کوئی بھی جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر وہ ریسٹ میں ہو یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہو۔

ایکوی لبریم کی شرائط (Conditions for Equilibrium)

اوپر دی گئی مثالوں میں ہم دیکھتے ہیں کہ ریسٹ میں پڑا ہوا یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کرتا ہوا جسم ایکوی لبریم میں ہوتا ہے، اگر اس پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہو۔ کسی جسم کو ایکوی لبریم میں ہونے کے لیے کچھ شرائط پوری کرنا ہوتی ہیں۔ کسی جسم کے ایکوی لبریم میں ہونے کی دو شرائط ہیں۔

شکل 4.28: ایک چھاتہ بردار یونیفارم ولاسٹی سے نیچے اترتا ہے۔ اس لیے وہ ایکوی لبریم میں ہے۔

ایکوی لبریم کی پہلی شرط (First Condition for Equilibrium)

ہر وہ جسم ایکوی لبریم کی پہلی شرط پر پورا اترتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کا ریزلٹنٹ صفر ہو۔ فرض کریں کسی جسم پر $F_1, F_2, F_3, \ldots, F_n$ فورسز عمل کر رہی ہیں۔ اس طرح

$$F_1 + F_2 + F_3 + \ldots + F_n = 0$$

اور

$$\Sigma F = 0 \quad \ldots \ldots \ldots (4.9)$$

علامت Σ یونانی حرف ہے، اسے سگما (sigma) کہتے ہیں اور یہ مجموعہ کو ظاہر کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ مساوات (4.9) ایکوی لبریم کی پہلی شرط کہلاتی ہیں۔

ایکوی لبریم کی پہلی شرط کو جسم پر عمل کرنے والی فورسز کے x اور y- کمپونینٹس میں اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \ldots + F_{nx} = 0$$

اور

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \ldots + F_{ny} = 0$$

یا

$$\Sigma F_x = 0 \quad \ldots \ldots \ldots (4.10)$$

اور

$$\Sigma F_y = 0 \quad \ldots \ldots \ldots (4.11)$$

میز پر پڑی ہوئی کتاب اور دیوار پر لٹکا ہوا فریم ریسٹ میں ہیں۔ اس لیے ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کر رہے ہیں۔ ایک چھاتہ بردار (paratrooper) بھی ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے چونکہ وہ یونیفارم ولاسٹی سے نیچے آتا ہے۔ اس لیے وہ ایکوی لبریم میں ہے۔

مثال 4.5

ایک بلاک جس کا وزن 10 N ہے ایک ڈوری کے ساتھ لٹک رہا ہے۔ جیسا کہ شکل (4.29) میں دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن معلوم کیجیے۔

شکل 4.29

حل

بلاک کا وزن $w = 10N$

ڈوری میں ٹینشن $T = ?$

چونکہ بلاک ریسٹ میں ہے اس لیے ایکوی لبریم کی پہلی شرط کے مطابق

$$\Sigma F_x = 0$$

x- ایکسز کی سمت میں کوئی فورس عمل نہیں کرتی جبکہ y- ایکسز کی سمت میں عمل کرنے والی فورسز T اور w ہیں۔ پس

$$\Sigma F_y = 0$$

یا $T - w = 0$

یا $T = w$

یا $T = 10\ N$

پس دوڑی میں ٹینشن کی مقدار 10 N ہے۔

ایکوی لبریم کی دوسری شرط (Second Condition for Equilibrium)

شکل 4.30 (a) دو مساوی اور مخالف فورسز جو ایک ہی لائن میں ہیں (b) دو مساوی لیکن مخالف فورسز جو ایک لائن میں نہیں ہیں۔

ایکوی لبریم کی پہلی شرط کسی جسم کا ایکوی لبریم میں ہونا یقینی نہیں بناتی۔ جیسا کہ نیچے دی گئی مثال سے واضح ہوتا ہے۔ فرض کیجیے کسی جسم کو دو فورسز F_1 اور F_2 کھینچ رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.30a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں فورسز مساوی لیکن ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہیں۔ دونوں ایک ہی لائن میں عمل کر رہی ہیں اس

شکل 4.31: دیوار کی جانب جھکی ہوئی سیڑھی

لیے ان کا ریزلٹنٹ صفر ہے۔ پہلی شرط کے مطابق جسم ایکوی لبریم میں ہے۔ اب فورسز کی جگہ تبدیل کر دیجیے۔ جیسا کہ شکل (4.30b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں جسم ایکوی لبریم میں نہیں ہے اگرچہ ایکوی لبریم کی پہلی شرط اب بھی پوری ہو رہی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس صورت میں جسم گھومنے پر مائل ہے۔ یہ صورتحال ایکوی لبریم کی پہلی شرط کے ساتھ کسی اور شرط کا تقاضا کرتی ہے۔ یہ ایکوی لبریم کی دوسری شرط کہلاتی ہے۔ اس کے مطابق کوئی بھی جسم ایکوی لبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا ریزلٹنٹ ٹارک صفر ہو۔ یعنی

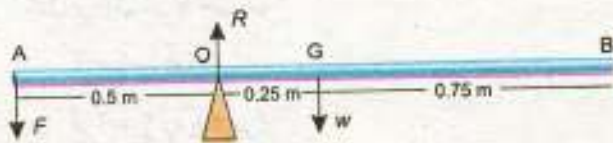
$$\sum \tau = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4.12)$$

شکل 4.32: یونیفارم سپیڈ سے گھومتا ہوا پنکھا ایکوی لبریم میں ہے۔ کیونکہ اس پر عمل کرنے والا نیٹ ٹارک صفر ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1. شکل (4.31) دکھائی گئی دیوار سے لگی سیڑھی ایکوی لبریم میں ہے۔ کیسے؟
2. سیڑھی کا وزن اینٹی کلاک وائز ٹارک پیدا کرتا ہے۔ دیوار سیڑھی کے اوپر والے سرے کو دھکیلتی ہے اور اس طرح کلاک وائز ٹارک پیدا کرتی ہے۔ کیا سیڑھی ایکوی لبریم کی دوسری شرط کو پورا کرتی ہے؟
3. کیا چھت کے پنکھے کی سپیڈ بڑھتی چلی جاتی ہے؟
4. کیا یہ ایکوی لبریم کی دوسری شرط پر پورا اترتا ہے؟

مثال 4.6

ایک یونیفارم سلاخ جس کی لمبائی 1.5 m ہے ایک کنارے سے 0.5 m کے مقام پر فانے پر رکھی ہوئی ہے۔ اسے افقی حالت میں رکھنے کے لیے اس کے ایک سرے پر 100 N کی فورس لگائی گئی ہے۔ سلاخ کا وزن اور فانے کا اس پر ردِ عمل معلوم کیجیے۔

فانہ پر ایکوی لبریم میں پڑی سلاخ

حل

$$F = 100\text{ N}$$
$$OA = 0.5\text{ m}$$
$$AG = BG = 0.75\text{ m}$$
$$OG = AG - AO = 0.75\text{ m} - 0.5\text{ m}$$
$$= 0.25\text{ m}$$
$$w = ?$$
$$R = ?$$

ایکوی لبریم کی دوسری شرط کا اطلاق کرتے ہوئے O کے گرد ٹارک معلوم کرتے ہیں۔

$$\Sigma \tau = 0$$
$$F \times AO + R \times 0 - w \times OG = 0$$
$$100\text{ N} \times 0.5\text{ m} - w \times 0.25\text{ m} = 0$$
$$w \times 0.25\text{ m} = 100\text{ N} \times 0.5\text{ m}$$
$$w = \frac{100\text{ N} \times 0.5\text{ m}}{0.25\text{ m}}$$
$$w = 200\text{ N}$$

ایکوی لبریم کی پہلی شرط کا اطلاق کرتے ہوئے

$$\Sigma F_y = 0$$

یا $R - F - w = 0$

$$R - 100\text{ N} - 200\text{ N} = 0$$

یا $R = 300\text{ N}$

پس سلاخ کا وزن 200 N اور فانے کا ردِ عمل 300 N ہے۔

ایکوی لبریم کی حالتیں (States of Equilibrium)

ایکوی لبریم کی تین حالتیں ہیں:

(i) قیام پذیر ایکوی لبریم

(ii) غیر قیام پذیر ایکوی لبریم

(iii) نیوٹرل ایکوی لبریم

قیام پذیر ایکوی لبریم (Stable Equilibrium)

شکل 4.33: قیام پذیر ایکوی لبریم (a) میز پر پڑی ہوئی کتاب (b) جب کتاب کے سرے کو تھوڑا سا اٹھا کر چھوڑا جائے تو وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آجاتی ہے۔

کیا آپ گرے بغیر ایسا کر سکتے ہیں؟

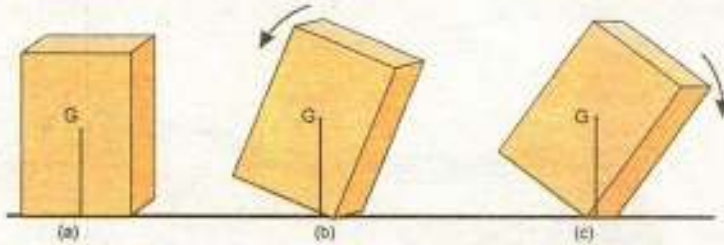
فرض کیجیے میز پر ایک کتاب پڑی ہوئی ہے۔ اس کے کسی کنارے کو تھوڑا سا اوپر اٹھائیں جیسا کہ شکل (4.33) میں دکھایا گیا ہے۔ جیسے ہی اسے چھوڑا جائے گا یہ پہلی حالت میں واپس آجائے گی۔ کسی جسم کی ایسی حالت کو قیام پذیر ایکوی لبریم کہتے ہیں۔

کوئی بھی جسم قیام پذیر ایکوی لبریم میں کہلاتا ہے اگر اسے تھوڑا سا اٹھا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آجائے۔

جب کوئی جسم قیام پذیر ایکوی لبریم میں ہوتا ہے تو اس کا سنٹر آف گریویٹی پست ترین مقام پر ہوتا ہے۔ اوپر اٹھانے پر اس کا سنٹر آف گریویٹی بلند ہو جاتا ہے۔ اپنے سنٹر آف گریویٹی کو نیچے لاتے ہوئے یہ قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں واپس آتا ہے۔ کوئی بھی جسم اس وقت تک قیام پذیر ایکوی لبریم میں رہتا ہے جب تک اس کا سنٹر آف گریویٹی اس کی بنیاد (base) کے اندر رہتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گاڑیاں نیچے سے بھاری رکھی جاتی ہیں۔ اس طرح ان کا سنٹر آف گریویٹی نیچے آجاتا ہے اور گاڑی کے توازن کو بڑھاتا ہے۔

شکل (4.34) میں دکھائے گئے ایک بلاک کے متعلق سوچیے۔ بلاک کے ایک کنارے کو تھوڑا سا اوپر اٹھانے سے اس کا سنٹر آف گریویٹی G بلند ہو جاتا ہے۔ اگر G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس کی بنیاد (base) کے اندر رہتی ہے جیسا کہ شکل (4.34b) میں دکھایا گیا ہے تو بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس آجاتا ہے۔ بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس نہیں آتا اگر G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس سے باہر نکل جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (4.34c) میں دکھایا گیا ہے۔ بلاک اپنی بنیاد پر الٹ کر ایکوی لبریم کی نئی پوزیشن میں چلا جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ گاڑیوں میں سنٹر آف گریویٹی ممکن حد تک نیچے رکھنے

شکل 4.34(a) بلاک قیام پذیر ایکوی لبریم میں (b) ہلکا سا اوپر اٹھا کر چھوڑنے پر بلاک اپنی پوزیشن پر واپس آ جاتا ہے (c) زیادہ اوپر اٹھانے پر بلاک الٹ جاتا ہے اور اپنی پوزیشن پر واپس نہیں آتا۔

شکل 4.35: ڈبل ڈیکر بس متوازن کی آزمائش کے مرحلہ میں ہے۔

کے لیے ان کے نچلے حصے بھاری رکھے جاتے ہیں۔ سنٹر آف گریویٹی کا نیچے ہونا توازن کا باعث ہوتا ہے۔

تیز گاڑیوں کی بنیاد (base) کا پھیلاؤ بڑا رکھا جاتا ہے تاکہ موڑ کاٹتے ہوئے اس کے سنٹر آف گریویٹی سے گزرنے والی عمودی لائن اس کی بنیاد سے باہر نہ نکل سکے۔

غیر قیام پذیر ایکوی لبریم (Unstable Equilibrium)

ایک پنسل لیں اور اسے اس کی نوک پر کھڑا کرنے کی کوشش کریں جیسا کہ شکل (4.36) میں دکھایا گیا ہے۔ جب بھی آپ اسے چھوڑیں گے یہ اپنی نوک پر الٹ کر گر جائے گی۔ ایسے ایکوی لبریم کو غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کہتے ہیں۔ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں کسی جسم کو صرف لمحے بھر کے لیے ہی ٹھہرایا جا سکتا ہے۔ پس کوئی بھی جسم غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں نہیں ٹھہرتا۔

شکل 4.36: غیر قیام پذیر ایکوی لبریم
(a) پنسل اپنی نوک پر بمشکل ایکوی لبریم میں ہے۔ اس پوزیشن میں اس کا سنٹر آف گریویٹی بلند ترین مقام پر ہے۔ (b) پنسل ٹارک کے باعث الٹ جاتی ہے۔

اگر کوئی جسم انتہائی معمولی سا ٹیڑھا کر کے چھوڑنے پر اپنی پہلی پوزیشن میں واپس نہیں آتا تو یہ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم میں کہلاتا ہے۔

غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں جسم کا سنٹر آف گریویٹی بلند ترین مقام پر ہوتا ہے۔ جیسے ہی جسم اپنی بنیاد پر گھومتا ہے اس کا سنٹر آف گریویٹی نیچے آ جاتا ہے اور پھر جسم اپنی پہلی پوزیشن پر واپس نہیں آتا۔

نیوٹرل ایکوی لبریم (Neutral Equilibrium)

ایک گیند لیں اور اسے کسی افقی سطح پر رکھیں جیسا کہ شکل (4.37a) میں دکھایا گیا ہے۔ گیند کو سطح پر ہلکا سا ہلا کر چھوڑ دیں۔ یہ اپنی نئی پوزیشن پر ٹھہر جائے گی اور واپس پہلی پوزیشن پر نہیں آئے گی، اسے نیوٹرل ایکوی لبریم کہتے ہیں۔

شکل 4.37: نیوٹرل ایکوی لبریم
(a) افقی سطح پر پڑی ہوئی گیند
(b) گیند اپنی نئی پوزیشن پر ٹھہر جاتی ہے۔

اگر کوئی جسم اپنی پہلی پوزیشن سے ہلانے پر نئی پوزیشن پر جا کر ٹھہر جاتا ہے تو یہ نیوٹرل ایکوی لبریم کی حالت میں کہلاتا ہے۔

نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہر نئی حالت جس میں جسم حرکت کرتا ہے اس کی متوازن حالت ہوتی ہے اور جسم ہر اس نئی حالت میں ٹھہر جاتا ہے جس میں اسے لایا جائے۔ نیوٹرل ایکوی لبریم میں جسم کا سنٹر آف گریویٹی نہ پہلے سے بلند ہوتا ہے اور نہ ہی پہلے سے نیچے جاتا ہے بلکہ ایک ہی بلندی پر رہتا ہے۔ مختلف اجسام جو نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہوتے ہیں ان میں گیند، گولا، بیلن، انڈہ اور اُفقی پڑی ہوئی پنسل شامل ہیں۔

شکل 4.38: نوک پر متوازن کی گئی سوئی

4.9 سٹیبلیٹی اور سنٹر آف ماس کی پوزیشن
(Stability and Position of Centre of Mass)

ہم پڑھ چکے ہیں کہ کسی جسم کا سنٹر آف ماس اس کے متوازن ہونے میں ایک اہم کردار ادا کرتا ہے۔ اجسام کو متوازن رکھنے کے لیے ان کا سنٹر آف ماس جس قدر ممکن ہو سکے نیچے رکھنا چاہیے۔ یہی وجہ ہے کہ ریسنگ کاریں نیچے سے بھاری رکھی جاتی ہیں اور ان کی بلندی کم سے کم رکھی جاتی ہے۔ سرکس (circus) میں رسے پر چلنے والا فنکار ایک لمبے راڈ کی مدد سے اپنے سنٹر آف ماس کو نیچے لاتا ہے۔ آیئے چند مثالوں کا مطالعہ کرتے ہیں جن میں سنٹر آف ماس نیچے لا کر اجسام کو متوازن بنانے میں مدد ملتی ہے۔ یہ اجسام ہلانے پر اپنی متوازن حالت میں واپس آ جاتے ہیں۔ ان میں سنٹر آف ماس لٹکائے جانے والے مقام سے عموداً نیچے ہوتا ہے۔ اس طرح ان کا ایکوی لبریم متوازن ہوتا ہے۔

شکل 4.39 (a) ٹہنی پر بیٹھا طوطا (b) خود سیدھا ہونے والا کھلونا

شکل (4.38) میں ایک کارک میں کپڑے سینے والی سوئی دکھائی گئی ہے۔ کارک پر کانٹے (forks) لگا کر سوئی کی نوک پر ایکوی لبریم میں رکھا گیا ہے۔ کانٹے سنٹر آف ماس کو نیچے لے آتے ہیں۔ شکل (4.39a) میں ٹہنی پر بیٹھا طوطا دکھایا گیا ہے۔ اس کی دُم وزنی بنائی گئی ہے۔ شکل (4.39b) میں ایک کھلونا دکھایا گیا ہے جو ٹیڑھا کرنے پر خود ہی سیدھا ہو جاتا ہے۔ اس کا گول پیندا وزنی بنایا گیا ہے۔ ٹیڑھا کرنے پر اس کا سنٹر آف ماس بلند ہو جاتا ہے۔ اس لیے یہ واپس سیدھا ہو جاتا ہے۔ کیونکہ اس پوزیشن میں اس کا سنٹر آف ماس انتہائی نیچے ہوتا ہے۔

خلاصہ

- پیرالل فورسز کے عمل کی لائنز ایک دوسرے کے پیرالل ہوتی ہیں۔
- اگر تمام پیرالل فورسز ایک ہی سمت میں ہوں تو یہ لائک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔ اگر دو پیرالل فورسز ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہوں تو یہ اَن لائک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔
- دو یا دو سے زیادہ فورسز کا مجموعہ ریزلٹنٹ فورس کہلاتا ہے۔
- دو یا دو سے زیادہ فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے کا گرافیکل طریقہ ہیڈ ٹو ٹیل رُول کہلاتا ہے۔
- کسی فورس کو ایسے دو کمپونینٹس میں تقسیم کرنا جو ایک دوسرے پر عموداً واقع ہوں فورس کی تحلیل یا ریزولیشن کہلاتا ہے۔ یہ عمودی کمپونینٹس F_x اور F_y کہلاتے ہیں۔

$$F_x = F\cos\theta, \quad F_y = F\sin\theta$$

- کسی فورس کی مقدار اور سمت کو اس کے عمودی کمپونینٹس سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ یعنی

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}, \quad \theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x}$$

- کسی فورس کا ٹارک یا مومنٹ آف فورس اس فورس کا گردشی اثر کہلاتا ہے۔ یہ فورس اور فورس کے مومنٹ آرم کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔
- مومنٹس کے اصول کے مطابق ایکوی لبریم کی حالت میں کسی جسم پر عمل کرنے والے کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ اس پر عمل کرنے والے اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے مجموعہ کے مساوی ہوتا ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف ماس وہ مقام ہے جہاں لگائی جانے والی ریزلٹنٹ فورس جسم کی روٹیشن کے بغیر حرکت کا باعث بنتی ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں اس کا کل وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔
- دو ایسی فورسز کپل بناتی ہیں جو مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوں اور جن کا مختلف لائن آف ایکشن ہو۔
- اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہو تو وہ ایکوی لبریم میں ہوتا ہے۔
- ایکوی لبریم کی صورت میں جسم یا تو ریسٹ میں رہتا ہے یا یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرتا ہے۔
- ایک جسم ایکوی لبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا ریزلٹنٹ ٹارک صفر ہو۔
- ایک جسم قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے اگر وہ معمولی سا ہلا کر چھوڑنے سے واپس اپنی پہلی پوزیشن میں آ جائے۔
- اگر کوئی جسم معمولی سا ہلا کر چھوڑنے پر اپنی پہلی پوزیشن میں واپس نہیں آتا تو وہ غیر قیام پذیر ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے۔
- اگر کوئی جسم تھوڑا سا ہلا کر چھوڑنے پر ہر نئی پوزیشن میں ٹھہر جائے تو وہ نیوٹرل ایکوی لبریم کی حالت میں کہلاتا ہے۔

سوالات

4.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) دو مساوی لیکن اَن لائک پیرالل فورسز جن کا لائن آف ایکشن مختلف ہو پیدا کرتی ہیں۔

(a) ٹارک (b) کپل
(c) ایکوی لبریم (d) نیوٹرل ایکوی لبریم

(ii) ہیڈ ٹو ٹیل رُول سے ویکٹرز کی تعداد جنہیں جمع کیا جا سکتا ہے وہ ہے:

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) کوئی بھی تعداد

(iii) کسی ویکٹر کے عمودی کمپونینٹس کی تعداد ہوتی ہے:

(a) 1 (b) 2

(c) 3 (d) 4

(iv) 10 نیوٹن کی ایک فورس x- ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتی ہے۔ اس فورس کا اُفقی کمپونینٹ ہوگا۔

(a) 4N (b) 5N

(c) 7N (d) 8.7N

(v) ایک کپل عمل میں آتا ہے:

(a) دو ایک دوسرے پر عمودی فورسز سے

(b) دو لائک پیرالل فورسز سے

(c) ایک ہی لائن میں عمل کرنے والی مساوی اور مخالف فورسز سے

(d) ایک ہی لائن میں عمل نہ کرنے والی دو مساوی اور مخالف فورسز سے

(vi) ایک جسم ڈائنامک ایکوی لبریم میں ہوتا ہے جب اس

(a) کا ایکسلریشن یونیفارم ہو

(b) کی سپیڈ یونیفارم ہو

(c) کی سپیڈ اور ایکسلریشن یونیفارم ہو

(d) کا ایکسلریشن صفر ہو

(vii) ایک جسم نیوٹرل ایکوی لبریم میں ہوتا ہے اگر اس کا سنٹر آف گریویٹی

(a) بلند ترین پوزیشن پر ہو

(b) پست ترین پوزیشن پر ہو

(c) اپنی بلندی برقرار رکھتا ہے اگر اسے اپنی جگہ سے ہلایا جائے

(d) بنیاد کے اندر رہتا ہے

(viii) ریسنگ کاریں متوازن بنائی جاتی ہیں ان کی

(a) سپیڈ بڑھا کر

(b) ماس کم کر کے

(c) سنٹر آف گریویٹی نیچے کر کے

(d) چوڑائی کم کر کے

4.2 مندرجہ ذیل کی تعریف کیجیے۔

(i) ریزلٹنٹ ویکٹر (ii) ٹارک

(iii) سنٹر آف ماس (iv) سنٹر آف گریویٹی

4.3 مندرجہ ذیل میں تفریق کیجیے۔

(i) لائک اور اَن لائک پیرالل فورسز

(ii) ٹارک اور کپل

(iii) قیام پذیر اور نیوٹرل ایکوی لبریم

4.4 ہیڈ ٹو ٹیل رُول ویکٹرز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے میں کس طرح مدد کرتا ہے؟

4.5 کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں کس طرح تحلیل کیا جا سکتا ہے؟

4.6 کوئی جسم کب ایکوی لبریم میں ہوتا ہے؟

4.7 ایکوی لبریم کی پہلی شرط کی وضاحت کیجیے۔

4.8 ایکوی لبریم کی دوسری شرط کی کیا ضرورت ہے اگر کوئی جسم ایکوی لبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے؟

4.9 ایکوی لبریم کی دوسری شرط کیا ہے؟

4.10 کسی ایسے متحرک جسم کی مثال دیجیے جو ایکوی لبریم میں ہو۔

4.11 ایسے جسم کی مثال دیجیے جو ریسٹ میں ہو لیکن ایکوی لبریم میں نہ ہو۔

4.12 کوئی جسم ایکوی لبریم میں کیوں نہیں ہو سکتا اگر اس پر سنگل فورس عمل کر رہی ہو؟

4.13 گاڑیوں کی اونچائی ممکن حد تک کم کیوں رکھی جاتی ہے؟

4.14 قیام پذیر، غیر قیام پذیر اور نیوٹرل ایکوی لبریم سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک کی مثال دیں۔

مشقی سوالات

4.1 مندرجہ ذیل فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کیجیے۔

(i) 10 نیوٹن x-ایکسز کی سمت میں

(ii) 6 نیوٹن y-ایکسز کی سمت میں

(iii) 4 نیوٹن منفی x-ایکسز کی سمت میں

(x-ایکسز کے ساتھ 45° کا زاویہ بناتے ہوئے 8.5 N)

4.2 50 N کی فورس x-ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بنا رہی ہے۔ اس کے عمودی کمپونینٹس معلوم کریں۔

(43.3N, 25N)

4.3 اس فورس کی مقدار اور سمت بتائیے جس کا x-کمپونینٹ 12 N اور y-کمپونینٹ 5 N ہے۔

(x-ایکسز کے ساتھ 22.6° کے زاویہ پر 13 N)

4.4 100 نیوٹن کی فورس نٹ سے 10 cm کے فاصلہ پر سپینر پر عموداً عمل کر رہی ہے۔ اس سے پیدا ہونے والا ٹارک معلوم کیجیے۔

(10 Nm)

4.5 ایک فورس کسی جسم پر x-ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے عمل کر رہی ہے۔ فورس کا x-کمپونینٹ 20 N ہے۔ فورس معلوم کیجیے۔

(23.1 N)

4.6 کسی کار کے سٹیئرنگ وہیل کا ریڈیئس 16 cm ہے۔ 50 N کے کپل سے پیدا ہونے والا ٹارک معلوم کیجیے۔

(16 Nm)

4.7 ایک پکچر فریم دو عمودی ڈوریوں سے لٹک رہا ہے۔ ڈوریوں میں ٹینشن 3.8 N اور 4.4 N ہے۔ پکچر فریم کا وزن معلوم کیجیے۔

(8.2 N)

4.8 5 kg اور 3 kg کے دو بلاکس ڈوریوں سے لٹکائے گئے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک ڈوری میں ٹینشن معلوم کیجیے۔

5 kg

3 kg

(80N, 30N)

4.9 ایک نٹ 10 cm لمبا سپینر استعمال کر کے 200 N کی فورس سے کس دیا گیا ہے۔ اسے 150 N کی فورس سے ڈھیلا کرنے کے لیے کتنا لمبا سپینر درکار ہوگا؟

(13.3 cm)

4.10 10 کلوگرام ماس کا ایک بلاک 1 m لمبی سلاخ کے مرکز سے 20 cm کے فاصلے پر لٹکایا گیا ہے۔ سلاخ کو اس کے سنٹر آف گریویٹی پر ایکوی لبریم میں لانے کے لیے اس کے دوسرے سرے پر کتنی فورس لگانے کی ضرورت ہے؟

(40 N)

یونٹ 5

گریوی ٹیشن
(Gravitation)

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- نیوٹن کا گریوی ٹیشن کا قانون بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ گریوی ٹیشنل فورسز نیوٹن کے تیسرے قانون سے ہم آہنگ ہیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ فیلڈ آف فورس کی ایک مثال گریوی ٹیشنل فورس ہے۔
- وزن کی تعریف کر سکیں بطور ایک ایسی فورس کے جو گریوی ٹیشنل فیلڈ میں کسی جسم پر عمل کرتی ہے۔
- گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے زمین کا ماس معلوم کر سکیں۔
- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ g کی قیمت سطح زمین سے بلندی بڑھنے پر کم ہوتی چلی جاتی ہے۔
- سیٹلائٹس کی موشن کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی اہمیت پر بحث کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے کسی سیارے یا چاند پر گریویٹی کے باعث ایکسلریشن کی قیمت کی پیش گوئی کے لیے معلومات اکٹھی کر سکیں۔
- بتا سکیں کہ مصنوعی سیٹلائٹس گریوی ٹیشنل فورس کے باعث کس طرح زمین کے گرد گھومتے رہتے ہیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

گریوی ٹیشن	سائنس-V
زمین اور سپیس	سائنس-VI

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

گریوی ٹیشنل پوٹینشل	
گریویٹی کی کشش سے فرار کی سپیڈ اور سیٹلائٹس کی موشن	فزکس-XI

اہم تصورات

5.1 گریوی ٹیشن کا قانون

5.2 زمین کے ماس کی پیمائش

5.3 بلندی کے ساتھ g میں تبدیلی

5.4 مصنوعی سیٹلائٹس کی موشن

آئزک نیوٹن پہلا شخص تھا جس نے گریویٹی کا تصور پیش کیا۔ یہ 1665ء کی ایک شام تھی جب وہ سیاروں کی سورج کے گرد گردش کرنے کا راز جاننے کی کوشش کر رہا تھا۔ اچانک اس درخت سے جس کے نیچے وہ بیٹھا تھا ایک سیب گرا۔ غور کرنے پر اس کے ذہن میں گریویٹی کا تصور اُبھرا۔ اس نے نہ صرف سیب گرنے کی وجہ جان لی بلکہ وہ وجہ بھی دریافت کر لی جس کے باعث سیارے سورج کے گرد اور چاند زمین کے گرد گھومتے ہیں۔ یہ یونٹ گریوی ٹیشن سے متعلق انہی تصورات پر بحث کرتا ہے۔

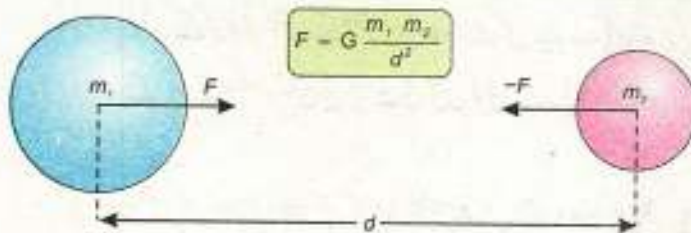
5.1 فورس آف گریوی ٹیشن (Force of Gravitation)

نیوٹن اپنے مشاہدات کی بنیاد پر اس نتیجے پر پہنچا کہ وہ فورس جو سیب کے زمین پر گرنے کا باعث بنی اور وہ فورس جو چاند کو اس کے آربٹ (orbit) میں رکھتی ہے، ان کی نوعیت ایک ہی ہے۔ اس نے مزید یہ نتیجہ بھی نکالا کہ کائنات میں ایک ایسی فورس موجود ہے جس کے باعث ہر جسم ہر دوسرے جسم کو اپنی جانب کھینچتا ہے۔ اس نے اس فورس کو فورس آف گریوی ٹیشن کا نام دیا۔

گریوی ٹیشن کا قانون (Law of Gravitation)

نیوٹن کے یونیورسل گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق:

> کائنات میں ہر جسم ہر دوسرے جسم کو ایک ایسی فورس سے اپنی جانب کھینچتا ہے جو ان کے ماسز کے حاصل ضرب کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ دو اجسام جن کے ماسز بالترتیب m_1 اور m_2 ہیں۔ جیسا کہ شکل (5.1) میں دکھایا گیا ہے۔ ان کے ماسز کے مراکز کے درمیان فاصلہ d ہے۔

شکل 5.1: دو ماسز ایک دوسرے کو مقدار میں مساوی گریوی ٹیشنل فورس سے اپنی جانب کھینچتے ہیں۔

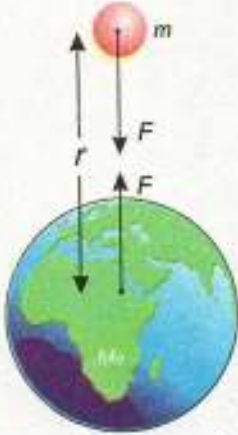
گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق گریوی ٹیشنل فورس کی کشش کی فورس F جس سے وہ d فاصلہ پر پڑے ہوئے دو ماسز m_1 اور m_2 کو اپنی جانب کھینچتی ہے اس طرح ہے:

$$F \propto m_1 m_2$$

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

یا

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \dots \dots \dots \dots (5.1)$$

شکل 5.2: کسی جسم کا وزن، اس جسم اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس کے باعث ہوتا ہے۔

یہاں G ایک کونسٹنٹ ہے جسے گریوی ٹیشنل کونسٹنٹ کہتے ہیں۔ SI یونٹس میں اس کی قیمت 6.673×10^{-11} $Nm^2\,kg^{-2}$ ہے اور یہ ہر جگہ ایک ہی رہتی ہے۔ G کی قیمت انتہائی کم ہونے کی وجہ سے ہمارے اطراف میں موجود اجسام کے درمیان کشش کی گریوی ٹیشنل فورس انتہائی کم ہوتی ہے جسے ہم محسوس نہیں کر سکتے۔ چونکہ زمین کا ماس بہت زیادہ ہے اس لیے زمین اجسام کو بڑی واضح فورس سے اپنی جانب کھینچتی ہے۔ زمین پر کسی جسم کا وزن، اس جسم اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس کی کشش کا نتیجہ ہے۔

گریوی ٹیشن کا قانون اور نیوٹن کا موشن کا تیسرا قانون

(Law of Gravitation and Newton's Third Law of Motion)

نوٹ کریں کہ ماس m_1، ماس m_2 کو فورس F سے اپنی جانب کھینچتا ہے۔ جبکہ ماس m_2 ماس m_1 کو اتنی ہی فورس F سے لیکن اس کی مخالف سمت میں اپنی جانب کھینچتا ہے۔ اگر ماس m_1 پر عمل کرنے والی فورس کو ایکشن فرض کر لیا جائے تو ماس m_2 پر عمل کرنے والی فورس اس کا ری ایکشن ہوگی۔ گریوی ٹیشن کی کشش کی فورس کے باعث ایکشن اور ری ایکشن مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوتے ہیں۔ یہ بات نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون سے مطابقت رکھتی ہے۔ جس کے مطابق ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک مساوی لیکن مخالف ری ایکشن ہوتا ہے۔

مثال 5.1

دو لیڈ کے گولے جن میں سے ہر ایک کا ماس 1000 kg ہے ایک دوسرے کے مرکز سے 1 m کے فاصلے پر رکھے گئے ہیں۔ ان کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس معلوم کریں، جس سے وہ ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔

حل

$m_1 = 1000\ \text{kg}$

$m_2 = 1000\ \text{kg}$

$d = 1\ \text{m}$

چونکہ $F = G\dfrac{m_1 m_2}{d^2}$

قیمتیں درج کرنے سے

$$F = 6.673\times10^{-11}\ \text{Nm}^2\text{kg}^{-2} \times \frac{1000\ \text{kg}\times1000\ \text{kg}}{(1\ \text{m})^2}$$

$$F = 6.673\times10^{-5}\ \text{N}$$

پس لیڈ کے گولوں کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس 6.673×10^{-5} N ہے۔

گریوی ٹیشنل فیلڈ (Gravitational Field)

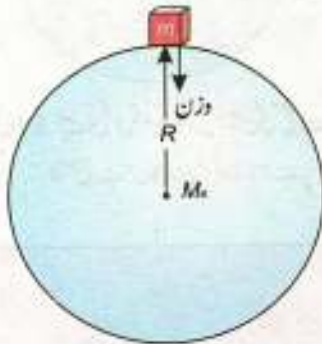
نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق ماس m کے کسی جسم اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس نیچے دی گئی مساوات کے مطابق ہوتی ہے۔

$$F = G\frac{m M_e}{r^2} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (5.2)$$

یہاں M_e زمین کا ماس اور r اس جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ ہے۔ کسی جسم کا وزن اس گریوی ٹیشنل فورس کی وجہ سے ہوتا ہے جس سے زمین اسے اپنی جانب کھینچتی ہے۔ گریوی ٹیشنل فورس ایک غیر متصل (non-contact) فورس ہے۔ مثال کے طور پر اوپر کی طرف پھینکے گئے جسم کی سپیڈ کم ہوتی چلی جاتی ہے جبکہ واپسی پر اس کی سپیڈ بڑھتی چلی جاتی ہے۔ یہ زمین کی اس گریوی ٹیشنل فورس کے باعث ہے جو اس جسم پر عمل کر رہی ہے۔ خواہ وہ جسم زمین کے ساتھ متصل ہو یا نہ ہو۔ ایسی فورس فیلڈ فورس کہلاتی ہے۔ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ گریوی ٹیشنل فیلڈ زمین کے گرد ہر طرف موجود ہے۔ اس فیلڈ کا رُخ زمین کے مرکز کی طرف ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل (5.3)

شکل 5.3: زمین کے مرکز کی جانب موجود زمین کا گریوی ٹیشنل فیلڈ۔

میں تیر کے نشانات سے دکھایا گیا ہے۔

جتنا ہم زمین سے دُور ہوتے ہیں اتنا ہی گریوی ٹیشنل فیلڈ کمزور ہوتا ہے۔ زمین کے گریوی ٹیشنل فیلڈ میں کسی جگہ یونٹ ماس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس اس جگہ زمین کی گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت (gravitational field strength) کہلاتی ہے۔ کسی بھی جگہ پر اس کی قیمت اس جگہ پر g کی قیمت کے برابر ہوتی ہے۔ زمین کی سطح کے قریب گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت $10\ Nkg^{-1}$ ہے۔

شکل 5.4: کسی جسم کا وزن اس جسم اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس کے برابر ہوتا ہے۔

5.2 زمین کا ماس (Mass of the Earth)

فرض کریں ماس m کا کوئی جسم زمین کی سطح پر پڑا ہے جیسا کہ شکل (5.4) میں دکھایا گیا ہے۔ زمین کا ماس M_e اور ریڈیس R ہے۔ اس جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ زمین کے ریڈیس R کے برابر ہی ہوگا۔ گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق اس جسم پر عمل کرنے والی زمین کی گریوی ٹیشنل فورس F درج ذیل ہوگی۔

$$F = G\frac{m M_e}{R^2} \quad \dots \dots \dots \dots (5.3)$$

لیکن وہ فورس جس سے زمین کسی جسم کو اپنی جانب کھینچتی ہے وہ اس کے وزن w کے برابر ہوتی ہے۔ اس لیے

$$F = w = mg \quad \dots \dots \dots \dots \dots (5.4)$$

یا

$$mg = G\frac{m M_e}{R^2} \quad \dots \dots \dots \dots (5.5)$$

اس طرح

$$g = G\frac{M_e}{R^2} \quad \dots \dots \dots \dots (5.6)$$

اور

$$M_e = \frac{R^2 g}{G} \quad \dots \dots \dots \dots (5.7)$$

مساوات (5.7) میں قیمتیں درج کرنے سے زمین کا ماس M_e معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$M_e = \frac{(6.4 \times 10^6\ m)^2 \times 10\ m s^{-2}}{6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2 kg^{-2}}$$

$$= 6.0 \times 10^{24}\ kg$$

پس زمین کا ماس $6 \times 10^{24}\ kg$ ہے۔

5.3 بلندی کے ساتھ g میں تبدیلی
(Variation of g with Altitude)

شکل 5.5: جیسے ہی کسی جسم کی بلندی زمین کی سطح سے بڑھتی ہے اس کا وزن کم ہوتا جاتا ہے۔

مساوات (5.6) سے ظاہر ہے کہ سطح زمین پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت کا انحصار زمین کے ریڈیس R پر ہے۔ g کی قیمت زمین کے ریڈیس کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے لیکن یہ کونسٹنٹ نہیں ہوتی۔ یہ بلندی کے ساتھ کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ کسی جسم کی بلندی اس جسم کی سطح سمندر سے اونچائی ہوتی ہے۔ پہاڑوں کی نسبت سطح سمندر پر g کی قیمت زیادہ ہوتی ہے۔

فرض کریں ایک جسم جس کا ماس m ہے سطح زمین سے بلندی h پر پڑا ہے۔ جیسا کہ شکل (5.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اس جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ (R+h) ہے۔ h بلندی پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کی قیمت g_h مساوات (5.6) کی مدد سے معلوم کرتے ہیں۔

$$g_h = G\frac{M_e}{(R+h)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5.8)$$

مساوات (5.8) سے ظاہر ہے کہ زمین کی سطح سے زمین کے ایک ریڈیس کے برابر مزید بلندی پر g کی قیمت ایک چوتھائی رہ جاتی ہے۔ اسی طرح زمین کی سطح سے زمین کے دوگنا ریڈیس کے برابر بلندی پر g کی قیمت نواں حصہ رہ جاتی ہے۔

مختصر مشق

1. کیا کوئی سیب زمین کو اپنی جانب کھینچتا ہے؟
2. ایک سیب جس کا وزن 1 نیوٹن ہے۔ زمین کو کتنی فورس سے کھینچتا ہے؟
3. اگر کسی سیب کو پہاڑ کی چوٹی پر لے جایا جائے تو کیا اس کا وزن بڑھتا ہے، کم ہوتا ہے یا اتنا ہی رہتا ہے؟

مثال 5.2

1000 کلومیٹر کی بلندی پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کیجیے۔ زمین کا ماس 6×10^{24} kg اور زمین کا ریڈیس 6400 km ہے۔

حل

$$R = 6400 \text{ km}$$
$$h = 1000 \text{ km}$$
$$M_e = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$$
$$g_h = ?$$
$$R + h = 6400 \text{ km} + 1000 \text{ km} = 7400 \text{ km}$$
$$= 7.4 \times 10^6 \text{ m}$$

جیسا کہ $g_h = G\frac{M_e}{(R+h)^2}$

کیا آپ جانتے ہیں؟

کسی بھی جرمِ فلکی کی سطح پر g کی قیمت کا انحصار اس کے ماس اور ریڈیس پر ہے۔ چند اجرام فلکی پر g کی قیمت نیچے دی گئی ہے۔

اجرام فلکی	$g(ms^{-2})$
سورج	274.2
مرکری	3.7
وینس	8.87
چاند	1.62
مریخ	3.73
مشتری	25.94

$$\therefore \quad g_h = \frac{6.673\times10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}\times 6.0\times10^{24}\ kg}{(7.4\ \times10^{6}\ m)^2}$$

$$= 7.3\ N\ kg^{-1} = 7.3\ ms^{-2}$$

پس گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت 1000 km کی بلندی پر $7.3\ ms^{-2}$ ہوگی۔

5.4 مصنوعی سیٹلائٹس (Aritifical Satellites)

کوئی جسم جو کسی سیارے کے گرد گھومتا ہے وہ سیٹلائٹ کہلاتا ہے۔ چاند زمین کے گرد چکر لگاتا ہے اس لیے چاند زمین کا قدرتی سیٹلائٹ ہے۔ سائنس دانوں نے بے شمار سیٹلائٹس خلا میں بھیجے ہیں۔ ان میں سے کچھ زمین کے گرد گھومتے ہیں، انہیں مصنوعی سیارے یا مصنوعی سیٹلائٹ کہتے ہیں۔ بہت سے زمین کے گرد گھومنے والے مصنوعی سیٹلائٹس کمیونیکیشن (communication) کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ مصنوعی سیٹلائٹس پر جاکر سائنسدان خلا میں تجربات کرتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جیوسٹیشنری سیٹلائٹ کا زمین کے مرکز سے فاصلہ تقریباً 42,300 کلومیٹر ہے۔ زمین کے لحاظ سے اس کی سپیڈ صفر ہے۔

شکل 5.6: زمین سے h بلندی پر ایک سیٹلائٹ زمین کے گرد گھوم رہا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گلوبل پوزیشننگ سسٹم (GPS) سیٹلائٹس کا ایک نیوی گیشن سسٹم ہے۔ یہ سسٹم کسی جسم کی زمین پر کسی بھی جگہ، پر سطح پر یا ہوا میں درست پوزیشن کو معلوم کرنے کے لیے ہماری مدد کرتا ہے۔ GPS کل 24 سیٹلائٹس پر مشتمل ہے۔ یہ سیٹلائٹس دن میں دو مرتبہ زمین کے گرد $3.87\ kms^{-1}$ کی سپیڈ سے گردش کرتے ہیں۔

بے شمار مصنوعی سیٹلائٹس زمین کے گرد مختلف آربٹس میں گردش میں ہیں۔ یہ زمین کے گرد اپنا ایک چکر مکمل کرنے کے لیے اپنی زمین سے بلندی h کے لحاظ سے مختلف وقت لیتے ہیں۔ کمیونیکیشن سیٹلائٹس زمین کے گرد اپنی ایک گردش 24 گھنٹوں میں مکمل کرتے ہیں۔ چونکہ زمین بھی اپنے ایکسز کے گرد 24 گھنٹے میں ایک چکر مکمل کرتی ہے، اس لیے کمیونیکیشن سیٹلائٹس زمین کے لحاظ سے ساکن نظر آتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ایسے سیٹلائٹس کا آربٹ جیوسٹیشنری آربٹ کہلاتا ہے۔ ان سیٹلائٹس سے سگنلز وصول کرنے والے نیز ان کی جانب سگنلز بھیجنے والے ڈش انٹینا کا رخ کسی ایک جگہ پر ایک ہی رہتا ہے۔

مصنوعی سیٹلائٹس کی موشن (Motion of Artificial Satellites)

ہر مصنوعی سیٹلائٹ کو سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے جو اسے زمین کے گرد موشن میں رکھتی ہے۔ زمین اور مصنوعی سیٹلائٹ کے درمیان موجود گریوی ٹیشنل فورس کی کشش یہ ضروری سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

فرض کریں ایک سیٹلائٹ جس کا ماس m ہے زمین سے h بلندی پر ایک آربٹ میں جس کا ریڈیس r_o ہے v_o سپیڈ سے گردش کر رہا ہے۔ مساوات (3.26) کے مطابق اس کو درکار ضروری سینٹری پیٹل فورس ہے۔

$$F_c = \frac{mv_o^2}{r_o}$$

یہ فورس سیٹلائٹ اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس کی کشش مہیا کرتی ہے جو سیٹلائٹ کے وزن w' (mg_h) کے مساوی ہے۔ پس

$$F_c = w' = mg_h \quad \ldots \ldots \ldots (5.9)$$

یا $$mg_h = \frac{mv_o^2}{r_o}$$

یا $$v_o^2 = g_h r_o$$

یا $$v_o = \sqrt{g_h r_o} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (5.10)$$

چونکہ $$r_o = R + h$$

اس طرح $$v_o = \sqrt{g_h (R+h)} \quad \ldots \ldots \ldots (5.11)$$

مساوات (5.10) سے ہم سیٹلائٹ کی وہ سپیڈ معلوم کرتے ہیں جو سیٹلائٹ کو زمین کے گرد ریڈیس $r_o = (R + h)$ کے آربٹ میں گردش کرتے کے لیے درکار ہے۔ اگر سیٹلائٹ زمین کے انتہائی قریب گردش میں ہو یعنی $R >> h$ تو اس کی اندازاً سپیڈ معلوم کی جا سکتی ہیں۔

$$R + h \approx R$$

اور $$g_h = g$$

اس طرح $$v_o = \sqrt{gR} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (5.12)$$

زمین کے انتہائی قریب گردش کرنے والے سیٹلائٹ کی سپیڈ v_o قریباً $8\ kms^{-1}$ یعنی $29000\ kmh^{-1}$ ہوگی۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

چاند زمین سے قریباً 3,80,000 km کے فاصلے پر ہے۔ چاند 27.3 دنوں میں زمین کے گرد اپنا ایک چکر پورا کرتا ہے۔

خلاصہ

- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق: کائنات میں موجود ہر جسم ہر دوسرے جسم کو ایک ایسی فورس سے اپنی جانب کھینچتا ہے جو ان کے ماسز کے حاصل ضرب کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔
- زمین ہر جسم کو اس کے وزن کے برابر فورس سے اپنی جانب کھینچتی ہے۔
- گریوی ٹیشنل فیلڈ زمین کی گریوی ٹیشنل فورس کی کشش کے باعث اس کے گرد ہر طرف موجود ہے۔
- کسی جگہ ایک یونٹ ماس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس اس جگہ زمین کی گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت کہلاتی ہے۔ زمین کی سطح کے قریب یہ $10\ Nkg^{-1}$ ہے۔
- گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $g = G\dfrac{M_e}{R^2}$
- زمین کا ماس $M_e = \dfrac{R^2 g}{G}$
- h بلندی پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن ہے:

$$g_h = G\frac{M_e}{(R+h)^2}$$

- وہ اجسام جو سیاروں کے گرد گردش کرتے ہیں سیٹلائٹ کہلاتے ہیں۔ چاند زمین کے گرد گردش کرتا ہے۔ پس چاند زمین کا قدرتی سیٹلائٹ ہے۔
- سائنسدانوں نے بے شمار اجسام خلا میں بھیجے ہیں۔ ان میں سے کچھ زمین کے گرد گردش کرتے ہیں۔ یہ مصنوعی سیٹلائٹ کہلاتے ہیں۔
- مصنوعی سیٹلائٹ کی آربٹل سپیڈ ہے:

$$v_o = \sqrt{g_h\ (R+h)}$$

سوالات

5.1 درج ذیل ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگایئے۔

(i) زمین کی گریوی ٹیشنل فورس غائب ہو جاتی ہے۔

(a) 6400 km پر (b) لامحدود فاصلہ پر

(c) 42300 km پر (d) 1000 km پر

(ii) g کی قیمت بڑھتی ہے۔

(a) جسم کا ماس بڑھنے سے

(b) بلندی بڑھنے سے

(c) بلندی کم ہونے سے

(d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(iii) g کی قیمت سطح زمین سے زمین کے ریڈیس کے مساوی بلندی پر ہوتی ہے۔

(a) 2g (b) ½ g

(c) ⅓g (d) ¼ g

(iv) چاند کی سطح پر g کی قیمت $1.6\ ms^{-2}$ ہے۔ چاند پر 100 kg کے ایک جسم کا وزن ہوگا۔

(a) 100 N (b) 160 N

(c) 1000 N (d) 1600 N

(v) جیو سٹیشنری آربٹ جس میں کمیونیکیشن سیٹلائٹ گردش

کرتے ہیں ان کی بلندی سطح زمین سے ہوتی ہے۔

(a) 850 km (b) 1000 km

(c) 6,400 km (d) 42,300 km

(vi) نچلے آربٹ کے سیٹلائٹ کی گردش کرنے کی سپیڈ ہوتی ہے۔

(a) صفر (b) 8 ms^{-1}

(c) 800 ms^{-1} (d) 8000 ms^{-1}

5.2 گریوی ٹیشنل فورس سے کیا مراد ہے؟

5.3 کیا آپ زمین کو کھینچتے ہیں یا زمین آپ کو کھینچتی ہے؟ کون زیادہ فورس سے کھینچتا ہے؟ آپ یا زمین۔

5.4 فیلڈ فورس کیا ہوتی ہے؟

5.5 قدیم سائنسدان گریوی ٹیشنل فورس کا اندازہ لگانے سے قاصر رہے۔ کیوں؟

5.6 آپ کس طرح کہہ سکتے ہیں کہ گریوی ٹیشنل فورس ایک فیلڈ فورس ہے؟

5.7 گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت سے کیا مراد ہے؟ وضاحت کیجیے۔

5.8 گریوی ٹیشن کا قانون ہمارے لیے کیوں اہم ہے؟

5.9 نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی وضاحت کیجیے۔

5.10 زمین کا ماس کس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے؟

5.11 کیا آپ چاند کا ماس معلوم کر سکتے ہیں؟ اگر کر سکتے ہیں تو یہ معلوم کرنے کے لیے آپ کو کس چیز کی ضرورت ہوتی ہے؟

5.12 g کی قیمت مختلف جگہوں پر مختلف کیوں ہوتی ہے؟

5.13 g کی قیمت بلندی کے ساتھ کس طرح تبدیل ہوتی ہے؟ وضاحت کیجیے۔

5.14 مصنوعی سیٹلائٹس کیا ہیں؟

5.15 نیوٹن کا گریوی ٹیشن کا قانون سیٹلائٹس کی موشن کو سمجھنے میں کس طرح مدد کرتا ہے؟

5.16 کسی سیٹلائٹ کی زمین کے گرد گردش کن چیزوں پر منحصر ہوتی ہے؟

5.17 کمیونیکیشن سیٹلائٹس، جیوسٹیشنری آربٹ میں کیوں بھیجے جاتے ہیں؟

مشقی سوالات

5.1 دو گولے جن میں سے ہر ایک کا ماس 1000 kg ہے۔ ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ 0.5 m ہے۔ ان کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس معلوم کیجیے۔
(2.67×10^{-4} N)

5.2 دو ایک جیسے لیڈ کے 1 m کے فاصلہ پر پڑے گولوں کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس 0.006673 N ہے۔ ان کے ماسز معلوم کیجیے۔ (ہر گولے کا ماس 10,000 kg)

5.3 مریخ کا ماس 6.42×10^{23} kg اور اس کا ریڈیس 3370 km ہے۔ مریخ کی سطح پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن معلوم کیجیے۔ ($3.77\ ms^{-2}$)

5.4 چاند کی سطح پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $1.62\ ms^{-2}$

ہے۔ چاند کا ریڈیس 1740 km ہے۔ چاند کا ماس معلوم کیجیے۔ (7.35×10^{22} kg)

5.5 زمین کی سطح سے 3600 km کی بلندی پر g کی قیمت معلوم کیجیے۔ ($4.0\ ms^{-2}$)

5.6 جیو سٹیشنری سیٹلائٹ پر زمین کی وجہ سے g کی قیمت معلوم کیجیے۔ جیو سٹیشنری آربٹ کا ریڈیس 48700 km ہے۔ ($0.17\ ms^{-2}$)

5.7 زمین کے مرکز سے 10,000 km کے فاصلہ پر g کی قیمت $4\ ms^{-2}$ ہے۔ زمین کا ماس معلوم کیجیے۔ (5.99×10^{24} kg)

5.8 کتنی بلندی پر g کی قیمت زمین کی سطح کی بہ نسبت ایک چوتھائی ہو جائے گی؟ (زمین کے ایک ریڈیس کے برابر)

5.9 ایک پولر سیٹلائٹ زمین سے 850 km کی بلندی پر گروش کر رہا ہے۔ اس کی آربٹل سپیڈ معلوم کیجیے۔ ($7431\ ms^{-1}$)

5.10 ایک کیمونیکیشن سیٹلائٹ زمین سے 42000 km کی بلندی پر گروش کر رہا ہے۔ اس کی آربٹل سپیڈ معلوم کیجیے۔ ($2876\ ms^{-1}$)

یونٹ 6

ورک اور انرجی
(Work and Energy)

طلبہ کے علمی حاصلاتِ تعلّم

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ورک اور اس کے SI یونٹ کی تعریف کرسکیں۔
- دی گئی مساوات سے کیا گیا ورک معلوم کرسکیں۔
  - ورک = فورس × فورس کی سمت میں طے کردہ فاصلہ
- انرجی، کائی نیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی کی تعریف بیان کرسکیں۔ انرجی کے SI یونٹ کی تعریف کرسکیں۔
- ثابت کرسکیں کہ کائی نیٹک انرجی $K.E. = \frac{1}{2}mv^2$ اور پوٹینشل انرجی $P.E. = mgh$ ، ان مساوات کی مدد سے مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- انرجی کی مختلف اقسام کی مثالوں کے ساتھ فہرست تیار کرسکیں۔
- درج ذیل حوالوں سے ایسے پروسیس (process) بیان کرسکیں جن کے ذریعے انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاتا ہے۔
  - فوسل فیول انرجی
  - ہائڈروالیکٹرک جنریشن
  - سولر انرجی
  - نیوکلیئر انرجی
  - جیوتھرمل انرجی
  - ونڈ انرجی
  - بائیوماس انرجی
- ماس انرجی مساوات $E = mc^2$ بیان کرسکیں اور اس کی مدد سے مشقی سوالات حل کرسکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:	
انرجی	سائنس-V
ان پٹ، آؤٹ پٹ اور ایفی شینسی	سائنس-VII
یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:	
انرجی اور ورک	فزکس-XI

- بلاک ڈایا گرام کی مدد سے فوسل فیول ان پٹ سے الیکٹریسٹی آوٹ پٹ کے پروسیس سے الیکٹریسٹی پیدا ہونے کا عمل بیان کر سکیں۔
- پاور جنریشن سے متعلق ماحولیاتی مسائل کی فہرست تیار کر سکیں۔
- انرجی فلو چارٹس کی مدد سے متوازن کیفیت والے سسٹم مثلاً الیکٹرک لیمپ، کسی پاور ہاؤس، کسی ہموار سڑک پر کونسٹنٹ سپیڈ سے چلتی ہوئی گاڑی، وغیرہ میں انرجی کے بہاؤ کی وضاحت کر سکیں۔
- ناقابل تجدید اور قابل تجدید انرجی کے ذرائع میں مثالوں کی مدد سے تفریق کر سکیں۔
- کسی ورکنگ سسٹم کی ایفی شینسی کی تعریف کر سکیں۔ نیز نیچے دیے گئے فارمولا کی مدد سے کسی انرجی کنورشن کی ایفی شینسی معلوم کر سکیں۔
  - ایفی شینسی = مطلوبہ شکل میں تبدیل شدہ حاصل کردہ انرجی / کل مہیا کردہ انرجی
- وضاحت کر سکیں کہ کسی سسٹم کی ایفی شینسی 100% کیوں نہیں ہو سکتی۔
- پاور کی تعریف کر سکیں اور نیچے دیے گئے فارمولا کی مدد سے پاور معلوم کر سکیں۔
  - پاور = ورک / وقت
- پاور کے SI یونٹ واٹ اور اس کی کنورشن کے یونٹ ہارس پاور کی تعریف کر سکیں۔
- اس یونٹ میں سیکھی جانے والی مساوات کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔

طلبا کی تحقیقی مہارت

- دوہرے انکلائینڈ پلین پر نیچے کی جانب لڑھکتے ہوئے کسی گیند میں انرجی کنزرویشن کا مشاہدہ کر سکیں اور مشاہدہ کی وضاحت کے لیے مفروضہ (hypothesis) قائم کر سکیں۔
- دوڑتے ہوئے سیڑھیاں چڑھنے اور چلتے ہوئے سیڑھیاں چڑھنے کے لیے پیدا ہونے والی ذاتی پاور (personal power) کا موازنہ سٹاپ واچ کی مدد سے کر سکیں۔

اہم تصورات

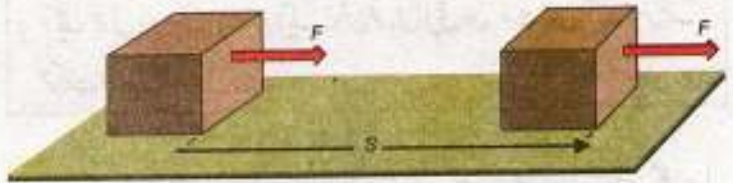
سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

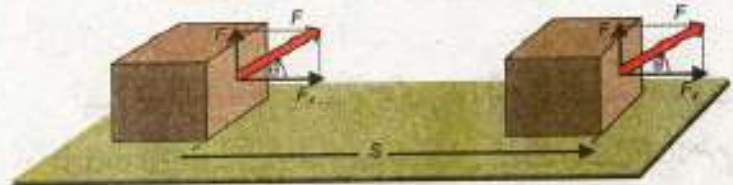
- کسی دیے گئے معیار کی مدد سے مختلف انرجی کے ذرائع (مثلاً فوسل فیول، ونڈ، گرتا ہوا پانی، سولر انرجی، بائیو ماس انرجی، نیوکلیئر، تھرمل انرجی اور اس کی منتقلی) کے اقتصادی، معاشرتی اور ماحولیاتی اثرات کا تجزیہ کر سکیں۔
- ورک، انرجی، کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی سے متعلق قوانین اور تصورات اور انرجی کنزرویشن کے قانون (مثلاً ایک پول والٹ کے کھلاڑی یا ہائی جمپ لگانے والے کھلاڑی کی ابتدائی کائی نیٹک انرجی کی اہمیت کی وضاحت) سے کھیلوں میں ہونے والی ترقی کا تجزیہ اور وضاحت کر سکیں۔
- لائبریری اور انٹرنیٹ سے تلاش کر کے ان پٹ انرجی اور کارآمد آؤٹ پٹ انرجی کے موازنہ کی مدد سے انرجی کنزرویشن ڈیوائسز کا موازنہ کر سکیں۔
- انرجی کنزرویشن کے قانون کی وضاحت کر سکیں۔ نیز موٹر، ڈائنمو (dynamo)، فوٹو سیل، بیٹری اور آزادانہ گرتے ہوئے جسم میں انرجی کی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیلی کی وضاحت کرنے کے لیے اس قانون کا اطلاق کر سکیں۔
- گھروں، عمارات کے گرم اور ٹھنڈا رکھنے اور ذرائع نقل و حمل کے حوالہ سے انرجی کے مؤثر استعمال کی فہرست بنا سکیں۔

عام طور پر ورک کا حوالہ کسی کام یا جاب کے کیے جانے سے متعلق ہوتا ہے۔ سائنس میں ورک کا ایک واضح مفہوم ہے۔ مثال کے طور پر وزن اٹھا کر چلتا ہوا آدمی ورک کر رہا ہے۔ لیکن اگر وہ حرکت نہیں کر رہا بے شک وزن اس نے اپنے سر پر اٹھا رکھا ہو تو وہ ورک نہیں کر رہا۔ سائنسی لحاظ سے ورک صرف اس صورت میں ہوتا ہے جب کوئی فورس کسی جسم کو حرکت میں لاتی ہے۔ جب ورک ہوتا ہے تو انرجی استعمال ہوتی ہے۔ پس ورک اور انرجی کا باہمی تعلق ہے۔ فزکس میں انرجی ایک اہم تصور ہے۔ یہ ورک کے باعث واقع ہونے والی تبدیلیوں کی نشان دہی کرنے میں ہماری مدد کرتی ہے۔ یہ یونٹ، ورک، پاور اور انرجی کے تصورات سے متعلق ہے۔

6.1 ورک (Work)

فزکس کے مطابق ورک اس وقت ہوتا ہے جب کسی جسم پر لگائی گئی فورس اسے فورس کی سمت میں حرکت دیتی ہے۔ سوال پیدا ہوتا ہے کہ فورس نے کس قدر ورک کیا؟ قدرتی طور پر کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس جتنی بڑی ہوگی اور جسم جتنا زیادہ فاصلہ فورس کی سمت میں طے کرے گا اتنا ہی ورک زیادہ ہوگا۔ حسابی طریقہ سے ورک، فورس F اور فورس کی سمت میں ہونے والے ڈس پلیسمنٹ S کا حاصل ضرب ہے۔ پس

$$W = FS \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (6.1)$$

شکل 6.1: فورس کی سمت میں جسم کو حرکت دینے میں کیا گیا ورک

بعض اوقات فورس اور ڈس پلیسمنٹ ایک ہی سمت میں نہیں ہوتے۔ جیسا کہ شکل (6.2) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 6.2: ڈس پلیسمنٹ کے ساتھ انکلائینڈ فورس کا کیا گیا ورک

یہاں فورس F اس سطح کے ساتھ ایک زاویہ θ بنا رہی ہے جس پر جسم کو حرکت دی جاتی ہے۔ فورس F کو عمودی کمپونینٹس F_x اور F_y میں تحلیل کرنے سے

$$F_x = F\cos\theta$$

$$F_y = F\sin\theta$$

جب فورس اور ڈس پلیسمنٹ پیرالل نہیں ہوتے تو فورس کا صرف x- کمپونینٹ F_x ہی جسم کو حرکت میں لانے کا باعث ہوتا ہے نہ کہ اس کا y- کمپونینٹ F_y۔ پس

$$W = F_x S$$

$$= (F\cos\theta)\, S$$

$$W = FS\cos\theta \quad \ldots \ldots \ldots (6.2)$$

مختصر مشق

ایک لکڑی کے ڈبے کو اس کے ساتھ باندھے گئے رسے کی مدد سے موشن میں لایا گیا ہے۔ اسے 100 N کی فورس لگا کر افقی سڑک پر 10 m کے فاصلے تک کھینچا گیا ہے۔ ورک کی مقدار معلوم کریں اگر

1. رسہ سڑک کے پیرالل ہے۔
2. رسہ سڑک کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتا ہے۔

ورک اس صورت میں ہوگا جب کسی جسم پر کوئی فورس عمل کرے اور وہ جسم کچھ فاصلہ فورس کی سمت میں طے کرے۔

ورک ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا انحصار کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس، جسم کے ڈِس پلیسمنٹ اور ان کے درمیانی زاویہ پر ہوتا ہے۔

ورک کا یونٹ

ورک کا SI یونٹ جول (joule) ہے۔ اس کی تعریف یوں کی گئی ہے۔

ایک جول وہ ورک ہے جو ایک نیوٹن فورس اپنی ہی سمت میں ایک میٹر تک حرکت دینے میں کرتی ہے۔

پس $1\ J = 1\ N \times 1m$

جول (J) ورک کا ایک چھوٹا یونٹ ہے۔ اس کے بڑے یونٹس کلو جول (kJ) اور میگا جول (MJ) ہیں۔

1 کلو جول $(1 kJ) = 1000J = 10^3 J$

1 میگا جول $(1 MJ) = 1000000J = 10^6 J$

مثال 6.1

ایک لڑکی 10 kg کا تھیلا لے کر سیڑھی پر 18 قدم چڑھتی ہے۔ ہر قدم کی اُونچائی 20 cm ہے۔ تھیلے کو اٹھا کر لے جانے میں کیے گئے ورک کی مقدار معلوم کیجیے۔ (جبکہ $g = 10 ms^{-2}$)

حل

تھیلے کا ماس $m = 10 kg$

تھیلے کا وزن $w = mg$

قیمتیں درج کرنے سے

$$w = 10 kg \times 10 ms^{-2}$$
$$= 100 N$$

لڑکی تھیلا اٹھا کر سیڑھیاں چڑھنے میں تھیلے کے وزن w کے مساوی اوپر کی جانب فورس F لگاتی ہے۔ پس

فورس $F = 100 N$

بلندی $h = 18 \times 0.2 m = 3.6 m$

چونکہ $W = Fh$

اس لیے $= 100 \times 3.6 = 360\ J$

پس لڑکی نے 360 J ورک کیا ہے۔

شکل 6.3: بہتا ہوا پانی انرجی کا حامل ہوتا ہے۔

شکل 6.4: ونڈ انرجی سمندر پر تیرتی ہوئی کشتیوں کو چلاتی ہے۔

6.2 انرجی (Energy)

سائنس میں ایک اہم اور بنیادی تصور انرجی ہے۔ یہ قریباً تمام مظاہر قدرت (natural phenomena) سے متعلق ہے۔ جب ہم کہتے ہیں کہ کسی جسم میں انرجی ہے تو ہمارا مطلب ہوتا ہے کہ اس میں ورک کرنے کی صلاحیت ہے۔ ندی کے بہتے ہوئے پانی میں ورک کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے اس لیے یہ انرجی کا حامل ہوتا ہے۔ بہتے ہوئے پانی کی انرجی واٹر مل (watermill) یا واٹر ٹربائن چلانے کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے۔

انرجی کی مختلف اقسام ہیں۔ مثلاً مکینیکل انرجی، ہیٹ انرجی، ساؤنڈ انرجی، لائیٹ انرجی، الیکٹریکل انرجی، کیمیکل انرجی، نیوکلیئر انرجی، وغیرہ۔ انرجی کو کسی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

> کسی جسم کے ورک کرنے کی صلاحیت کو انرجی کہتے ہیں۔

مکینیکل انرجی کی دو اقسام ہیں۔ کائی نیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی۔

6.3 کائی نیٹک انرجی (Kinetic Energy)

متحرک ہوا کو ونڈ (wind) کہتے ہیں۔ ہم ونڈ انرجی (wind energy) کو مختلف ورک کرنے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ یہ ونڈ مل چلا سکتی ہے۔ اور بادبانی کشتیوں کو دھکیل سکتی ہے۔ اسی طرح کسی دریا میں بہتا ہوا پانی لکڑی کے شہتیروں (logs) کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جاسکتا ہے۔ نیز الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے ٹربائن چلانے میں مدد دے سکتا ہے۔ لہٰذا متحرک جسم کائی نیٹک انرجی کا حامل ہوتا ہے۔ کیونکہ یہ متحرک ہونے کی وجہ سے ورک کر سکتا ہے۔ جسم کی تمام کائی نیٹک انرجی استعمال ہونے پر جسم کی موشن رک جاتی ہے۔

> کسی جسم میں اس کی موشن کے باعث پائی جانے والی انرجی کائی نیٹک انرجی کہلاتی ہے۔

فرض کیجیے ماس m کا ایک جسم ولاسٹی v سے حرکت کر رہا ہے۔ یہ جسم کسی مخالف سمت میں عمل کرنے والی فورس کی وجہ سے کچھ فاصلہ S طے کرنے کے بعد رک جاتا ہے، جیسا کہ فورس آف فرکشن وغیرہ۔ ایک متحرک جسم میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے اور وہ اس وقت تک فورس آف فرکشن F کے خلاف ورک کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے جب تک اس کی تمام انرجی استعمال نہیں ہو جاتی۔ پس

موشن کی وجہ سے جسم کا کیا گیا ورک = جسم کی کائی نیٹک انرجی

$$K.E. = FS \quad \ldots\ldots\ \ldots \quad (6.3)$$

$$v_i = v$$

$$v_f = 0$$

چونکہ $$F = ma$$

$$\therefore \quad a = -\frac{F}{m}$$

چونکہ فورس آف فرکشن کی وجہ سے موشن کو روکا گیا ہے اس لیے ایکسلریشن a نیگیٹو ہے۔ حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$

$$2\left(-\frac{F}{m}\right)S = (0)^2 - (v)^2$$

$$FS = \frac{1}{2}mv^2 \ldots\ldots\ldots (6.4)$$

مساوات (6.3) اور (6.4) کی مدد سے

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 \quad \ldots\ldots\ldots (6.5)$$

مساوات (6.5) کی مدد سے ولاسٹی v سے حرکت کرتے ہوئے ماس m کے کسی جسم کی کائی نیٹک انرجی معلوم کی جاتی ہے۔

مثال 6.2

ایک پتھر جس کا ماس 500 g ہے زمین سے $20\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے ٹکراتا ہے۔ زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کی کائی نیٹک انرجی کتنی ہوگی؟

حل

$$m = 500\ g = 0.5\ kg$$

$$v = 20\ ms^{-1}$$

چونکہ $K.E. = \frac{1}{2} mv^2$

قیمتیں درج کرنے سے

$$K.E. = \frac{1}{2} \times 0.5\ kg \times (20\ m\ s^{-1})^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.5\ kg \times 400\ m^2 s^{-2}$$

$$= 100\ J$$

پس زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کی کائی نیٹک انرجی 100 J ہے۔

6.4 پوٹینشل انرجی (Potential Energy)

اکثر ساکن جسم میں بھی ورک کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ مثلاً درخت پر لٹکا ہوا ایک سیب جب گرتا ہے تو ورک کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ لہٰذا یہ اپنی پوزیشن کی وجہ سے انرجی کا حامل ہے۔ کسی جسم میں انرجی کی وہ قسم جو اس کی پوزیشن کی وجہ سے ہو، اس کی پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔

کسی جسم کی پوزیشن کی وجہ سے ورک کرنے کی صلاحیت کو پوٹینشل انرجی کہتے ہیں۔

(a)

(b)

شکل 6.5 (a) بلند کیا گیا ہتھوڑا (b) تنی ہوئی کمان، دونوں میں پوٹینشل انرجی موجود ہے۔

بلندی پر ذخیرہ کیے گئے پانی میں پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ بلند کیا گیا ایک ہتھوڑا ورک کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے کیونکہ اس میں پوٹینشل انرجی ہے۔ ایک تنی ہوئی کمان میں ٹینشن کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہے۔ جب تیر چھوڑا جاتا ہے تو کمان میں سٹور کی ہوئی انرجی تیر کو کمان سے دور دھکیلتی ہے۔ تنی ہوئی کمان میں موجود انرجی ایلاسٹک پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔

کسی ہتھوڑے میں موجود پوٹینشل انرجی اس کی بلندی کی وجہ سے ہے۔ کسی جسم میں اس کی بلندی کی وجہ سے موجود انرجی گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔ اگر ماس m کے کسی جسم کو زمین سے h بلندی تک اٹھایا جائے تو وہ جسم بلند کرنے میں کیے گئے ورک کے برابر پوٹینشل انرجی حاصل کرے گا۔ لہٰذا

پوٹینشل انرجی $P.E. = F \times h$

$$= w \times h$$

(کسی جسم کا وزن $= w = mg$)

$$\therefore \quad P.E. = wh = mgh \quad \dots \dots (6.6)$$

پس زمین کے لحاظ سے جسم میں موجود پوٹینشل انرجی mgh ہے جو اسے بلندی h تک اٹھانے کے لیے کیے گئے ورک کے برابر ہے۔

مثال 6.3

50 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو 3 m کی بلندی تک اٹھایا گیا ہے۔ اس کی پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے۔ (جبکہ $g = 10 ms^{-2}$)

حل

ماس $m = 50 \text{ kg}$

بلندی $h = 3 \text{ m}$

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$

ہم جانتے ہیں کہ

$$P.E. = mgh$$

$$\therefore \quad P.E. = 50 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 3 \text{ m}$$

$$= 50 \times 10 \times 3 \text{ J}$$

$$= 1500 \text{ J}$$

پس جسم کی پوٹینشل انرجی 1500 J ہے۔

مثال 6.4

20 کلوگرام ماس کے ایک ساکن جسم پر 200 N کی ایک فورس عمل کر رہی ہے۔ یہ فورس ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو دھکیلتی ہے۔ حتیٰ کہ جسم 50 ms^{-1} کی ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ فورس کتنے فاصلہ تک عمل کرتی ہے؟

حل

فورس $F = 200 \text{ N}$

ماس $m = 20 \text{ kg}$

ولاسٹی $v = 50 \text{ ms}^{-1}$

فاصلہ $S = ?$

پس جسم کی حاصل کردہ کائی نیٹک انرجی = جسم پر کیا گیا ورک

$$\therefore \quad FS = \frac{1}{2}mv^2$$

$$S = \frac{(20\,kg) \times (50\,ms^{-1})^2}{2 \times 200\,N}$$

$$= 125\,m$$

پس جسم کا طے کردہ فاصلہ 125 m ہے۔

6.5 انرجی کی اقسام (Forms of Energy)

انرجی مختلف اقسام میں پائی جاتی ہے۔ انرجی کی چند نمایاں اقسام شکل (6.6) میں دکھائی گئی ہیں۔

شکل 6.6: انرجی کی چند نمایاں اقسام

مکینیکل انرجی (Mechanical Energy)

کسی جسم میں اس کی موشن یا پوزیشن یا دونوں کی وجہ سے موجود انرجی مکینیکل انرجی کہلاتی ہے۔ ایک ندی میں بہتا ہوا پانی، تیز ہوا، متحرک کار، بلند کیا ہوا ہتھوڑا، تنی ہوئی کمان، غلیل یا ایک دبا ہوا سپرنگ، وغیرہ مکینیکل انرجی کے حامل ہوتے ہیں۔

شکل 6.7: واٹر مل

ہیٹ انرجی (Heat Energy)

حرارت گرم اجسام سے خارج ہونے والی انرجی کی ایک قسم ہے۔ ایندھن جلانے سے بڑی مقدار میں حرارت حاصل کی جاتی ہے۔ فرکشنل فورسز جب کسی جسم کی موشن کو روکتی ہیں تب بھی حرارت پیدا ہوتی ہے۔ خوراک ہم جو لیتے ہیں اس کا کچھ

شکل 6.8: سورج سے آنے والی ہیٹ انرجی

حصہ ہمیں ہیٹ انرجی مہیا کرتا ہے۔ سورج ہیٹ انرجی کا سب سے بڑا ذریعہ ہے۔

الیکٹریکل انرجی (Electrical Energy)

الیکٹریکل انرجی وسیع پیمانے پر استعمال ہونے والی انرجی کی ایک قسم ہے۔ الیکٹریکل انرجی کسی مطلوبہ مقام تک تاروں کے ذریعہ آسانی سے مہیا کی جاسکتی ہے۔ الیکٹریکل انرجی ہمیں بیٹریوں یا الیکٹرک جنریٹرز سے حاصل ہوتی ہے۔ ان الیکٹرک جنریٹرز کو ہائیڈرو پاور، تھرمل یا نیوکلیئر پاور سے چلایا جاتا ہے۔

شکل 6.9: ہمارے روزمرہ استعمال کے الیکٹرک ڈیوائسز کو چلانے کے لیے الیکٹریکل انرجی کی ضرورت ہوتی ہے۔

ساؤنڈ انرجی (Sound Energy)

جب آپ دروازہ کھٹکھٹاتے ہیں تو آپ آواز پیدا کرتے ہیں۔ آواز انرجی کی ایک قسم ہے۔ یہ تب پیدا ہوتی ہے جب کوئی جسم تھرتھراتا ہے۔ جیسا کہ کسی ڈرم کا ڈایافرام (diaphragm)، ستار کے تھرتھراتے تار اور بانسری میں تھرتھراتا ہوا ہوائی کالم (air column) وغیرہ۔

شکل 6.10: ساؤنڈ انرجی

لائیٹ انرجی (Light Energy)

روشنی انرجی کی ایک اہم قسم ہے۔ روشنی کے چند ذرائع کا نام لیجیے جن سے روزمرہ زندگی میں آپ کا واسطہ پڑتا ہے۔ پودے روشنی کی موجودگی میں خوراک پیدا

شکل 6.11: رات کو بھی لائیٹ کی ضرورت ہوتی ہے۔

کرتے ہیں۔ چیزوں کو دیکھنے کے لیے ہمیں روشنی کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہمیں لائیٹ انرجی موم بتیوں، الیکٹرک بلبوں، فلوریسنٹ ٹیوبز (fluorescent tubes) کے علاوہ ایندھن جلانے سے بھی حاصل ہوتی ہے۔ تاہم لائیٹ انرجی کا بیشتر حصہ سورج سے حاصل ہوتا ہے۔

شکل 6.12: ایک کمپریسڈ گیس سلنڈر کے ساتھ لگا کھانا پکانے والا سٹوو (stove)۔

کیمیکل انرجی (Chemical Energy)

کیمیکل انرجی ہماری خوراک، فیول کی مختلف اقسام اور دیگر اشیا میں موجود ہوتی ہے۔ ہم ان اشیا سے کیمیکل ری ایکشنز کے دوران مختلف اقسام میں انرجی حاصل کرتے ہیں۔

لکڑی، کوئلے اور قدرتی گیس کو ہوا میں جلانا ایک کیمیکل ری ایکشن ہے جس میں حرارت اور روشنی کے طور پر انرجی خارج ہوتی ہے۔ الیکٹرک سیلز (electric cells) اور بیٹریوں سے ان میں موجود مختلف اشیا کے کیمیکل ری ایکشن کے نتیجہ میں الیکٹریکل انرجی حاصل ہوتی ہے۔ جانور خوراک سے حرارت اور مسکولر (muscular) انرجی حاصل کرتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ہمارا جسم خوراک سے جو ہم کھاتے ہیں انرجی حاصل کرتا ہے۔ یہ انرجی ہم مختلف مشاغل کے سرانجام دینے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

نیوکلیئر انرجی (Nuclear Energy)

نیوکلیئر ری ایکشنز جیسا کہ فشن (fission) اور فیوژن (fusion) کے نتیجہ میں خارج ہونے والی انرجی نیوکلیئر انرجی کہلاتی ہے۔ اس میں حرارت اور روشنی کے علاوہ نیوکلیئر ریڈی ایشنز بھی شامل ہوتی ہیں۔ نیوکلیئر ری ایکٹرز سے خارج ہونے والی حرارت کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ گزشتہ کھربوں سال سے سورج سے آنے والی انرجی سورج پر جاری نیوکلیئر ری ایکشنز کا نتیجہ ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک نیوکلیئر پاور پلانٹ ری ایکٹر میں سے خارج ہونے والی انرجی جیسا کہ فشن ری ایکشن سے حاصل ہونے والی انرجی کو الیکٹرک پاور پیدا کرنے کے لیے استعمال کرتا ہے۔

6.6 انرجی کی باہمی تبدیلی (Interconversion of Energy)

انرجی کو ختم نہیں کیا جا سکتا۔ تاہم اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا

پوٹینشل انرجی
سٹور ہوتی ہوئی انرجی
خارج ہوتی ہوئی انرجی
کائی نیٹک انرجی
کائی نیٹک انرجی

شکل 6.13: کائی نیٹک انرجی کا پوٹینشل انرجی میں اور پوٹینشل انرجی کا کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہونا۔

شکل 6.14: انرجی کی باہمی تبدیلی

جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر اپنے ہاتھوں کو آپس میں تیزی سے رگڑیں۔ آپ انہیں گرم محسوس کریں گے۔ آپ نے اپنی مسکولر انرجی ہاتھوں کو رگڑنے میں استعمال کی ہے جس کے نتیجہ میں حرارت پیدا ہوئی ہے۔ ہاتھوں کے رگڑنے کے عمل میں مکینیکل انرجی ہیٹ انرجی میں تبدیل ہوئی ہے۔

قدرتی طور پر واقع ہونے والے پروسیس انرجی کی تبدیلیوں کا نتیجہ ہیں۔ مثال کے طور پر سورج سے آنے والی ہیٹ انرجی میں سے کچھ سمندروں میں موجود پانی جذب کر لیتا ہے۔ اس سے اس کی تھرمل انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ یہ تھرمل انرجی آبی بخارات کے بننے میں مدد دیتی ہے۔ یہ آبی بخارات اوپر جا کر بادل بن جاتے ہیں۔ جب یہ بادل ٹھنڈے علاقوں میں پہنچتے ہیں تو یہ پانی کے قطروں میں تبدیل ہو کر بارش کی شکل میں نیچے گرتے ہیں۔ اس طرح پوٹینشل انرجی کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ جب بارش کا پانی نشیبی علاقوں کی طرف بہتا ہے تو اس کی کچھ کائی نیٹک انرجی تھرمل انرجی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ جبکہ بہتے ہوئے پانی کی کائی نیٹک انرجی کا کچھ حصہ چٹانوں سے مٹی کے ذرات کو بہا لے جاتا ہے، جسے زمینی کٹاؤ (soil erosion) کہتے ہیں۔

انرجی کی کسی ایک قسم سے دوسری اقسام میں باہمی تبدیلی کے دوران میں کسی بھی وقت کل انرجی کونسٹنٹ رہتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک پول والٹ کا کھلاڑی خاص میٹیریل کا بنا ہوا ایک لچک دار والٹنگ پول استعمال کرتا ہے۔ جھکتے ہوئے یہ والٹر کی تمام کائی نیٹک انرجی کو پوٹینشل انرجی کی شکل میں ذخیرہ کر لینے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ والٹر سپیڈ حاصل کرنے کے لیے جتنا ممکن ہو اتنا تیز دوڑتا ہے۔ سپیڈ کی وجہ سے والٹر کی حاصل کی ہوئی کائی نیٹک انرجی جیسے جیسے والٹر کا جسم سیدھی حالت میں آ جاتا ہے اسے اوپر اٹھنے میں مدد دیتی ہے۔ لہٰذا جب پول اپنے اندر ذخیرہ کی ہوئی پوٹینشل انرجی والٹر کو واپس کرتا ہے تو وہ بلندی حاصل کرتا ہے۔

6.7 انرجی کے بڑے ذرائع (Major Sources of Energy)

جو انرجی ہم استعمال کرتے ہیں وہ سورج، تیز ہوا اور واٹر پاور وغیرہ سے آتی ہے۔ اصل میں تمام انرجی جو ہم تک بالواسطہ یا بلاواسطہ پہنچتی ہے سورج سے آتی ہے۔

فوسل فیولز (Fossil Fuels)

ہم اپنے گھروں کو گرم رکھنے، صنعت اور ٹرانسپورٹ چلانے کے لیے کوئلہ، تیل اور گیس جیسے فوسل فیولز استعمال کرتے ہیں یہ عموماً ہائیڈرو کاربن (کاربن اور ہائیڈروجن) کے کمپاؤنڈز ہوتے ہیں۔ جب انہیں جلایا جاتا ہے تو وہ ہوا کی آکسیجن کے ساتھ شامل ہو جاتے ہیں۔ کاربن آکسیجن کے ساتھ مل کر کاربن ڈائی آکسائیڈ بناتا ہے اور ہائیڈروجن، ہائیڈروجن آکسائیڈ بن جاتی ہے جسے پانی کہا جاتا ہے۔ جبکہ

شکل 6.15: ایک گیس فیلڈ

انرجی حرارت کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔ کوئلے کی صورت میں:

ہیٹ انرجی + کاربن ڈائی آکسائڈ ← آکسیجن + کاربن

ہیٹ انرجی + پانی + کاربن ڈائی آکسائڈ ← آکسیجن + ہائڈروکاربن

فوسل فیولز بننے میں کئی ملین سال لگتے ہیں۔ انہیں ناقابل تجدید (non-renewable) ذرائع کے طور پر جانا جاتا ہے۔ ہم فوسل فیولز کو بہت تیزی کے ساتھ استعمال کر رہے ہیں۔ ہماری انرجی کی ضرورت کو پورا کرنے کے لیے ان کے استعمال میں روز بروز اضافہ ہو رہا ہے۔ اگر ہم موجودہ شرح سے ان کا استعمال جاری رکھتے ہیں تو یہ جلدی ختم ہو جائیں گے۔ ایک دفعہ ان کی سپلائی رُک گئی تو دنیا کو انرجی کے شدید بحران کا سامنا کرنا ہوگا۔

شکل 6.16: کوئلہ

لہذا فوسل فیولز ہماری مستقبل کی انرجی کی ضروریات پوری نہیں کر پائیں گے۔ یہ ہمارے جیسے ممالک کے لیے سنجیدہ نوعیت کے سماجی اور اقتصادی مسائل کا سبب بنے گا۔ اس لیے یہ ضروری ہے کہ ہم انہیں سمجھداری سے استعمال کریں اور اس کے ساتھ

شکل 6.17: ایک آئل فیلڈ

شکل 6.18: فوسل فیول کے جلنے کے سبب ماحولیاتی آلودگی

ساتھ اپنی مستقبل کی بقا کے لیے انرجی کے نئے ذرائع کو ترقی دیں۔ فوسل فیولز سے

نقصان دہ ویسٹ پروڈکٹس (waste products) خارج ہوتے ہیں۔ان ویسٹ پروڈکٹس میں کاربن مونو آکسائڈ اور دیگر نقصان دہ گیسز شامل ہیں جو ماحول کو آلودہ کرتی ہیں۔ یہ صحت کے سنگین مسائل جیسا کہ سردرد، ذہنی پریشانی، غنودگی، الرجک ری ایکشن، آنکھوں، ناک اور گلے کی خرابیاں پیدا کرتی ہیں۔ان خطرناک گیسز کی لمبے عرصہ تک کے لیے موجودگی دمہ، پھیپھڑوں کے کینسر، دل کی بیماریوں اور حتیٰ کہ دماغ، اعصاب اور ہمارے جسم کے دیگر اعضا کو نقصان پہنچانے کا سبب بنتی ہے۔

شکل 6.19: نیوکلیئر ری ایکٹر میں استعمال ہونے والی نیوکلیئر فیول پلیٹس (pallets)۔

نیوکلیئر فیولز (Nuclear Fuels)

نیوکلیئر پاور پلانٹس میں انرجی فشن ری ایکشن کے نتیجہ میں حاصل کی جاتی ہے۔ فشن ری ایکشن کے دوران بھاری ایٹم جیسے کہ یورینیم کے ایٹم ٹوٹ کر چھوٹے حصوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں اور انرجی کی ایک بڑی مقدار خارج کرتے ہیں۔نیوکلیئر پاور پلانٹس کثیر مقدار میں نیوکلیئر ریڈی ایشنز (nuclear radiations) اور وسیع پیمانے پر حرارت خارج کرتے ہیں۔اس حرارت کا ایک حصہ پاور پلانٹس کو چلانے میں استعمال ہوتا ہے جبکہ حرارت کی ایک بڑی مقدار ماحول میں جا کر ضائع ہو جاتی ہے۔

قابل تجدید ذرائع انرجی (Renewable Energy Sources)

سورج کی روشنی اور واٹر پاور انرجی کے قابل تجدید ذرائع ہیں۔ یہ کوئلے، تیل اور گیس کی طرح ختم نہیں ہوں گے۔

پانی سے انرجی (Energy From Water)

واٹر پاور سے حاصل ہونے والی انرجی بہت سستی ہوتی ہے۔ دنیا کے مختلف حصوں میں مناسب مقامات پر ڈیم تعمیر کیے جا رہے ہیں۔ ڈیم کئی مقاصد پورے کرتے ہیں۔ یہ پانی کا ذخیرہ کر کے سیلابوں کو کنٹرول کرنے میں مدد دیتے ہیں۔ڈیموں میں ذخیرہ شدہ پانی آبپاشی اور کوئی خاص ماحولیاتی مسائل پیدا کیے بغیر الیکٹریکل انرجی پیدا کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔

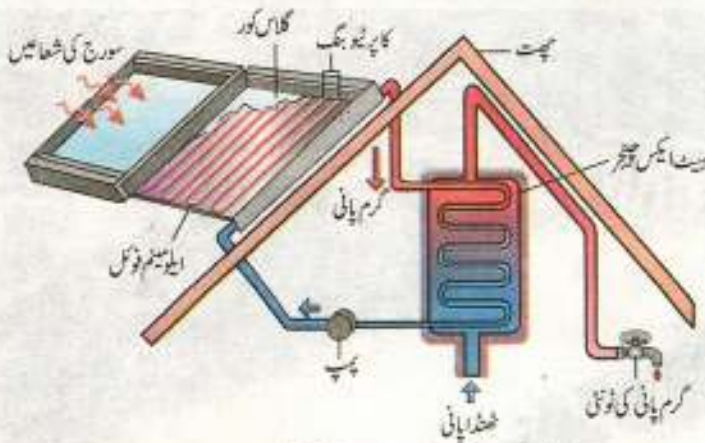
شکل 6.20: ڈیم کے پانی میں سٹور انرجی پاور پلانٹس چلانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

سورج سے انرجی (Energy from the Sun)

سورج سے آنے والی انرجی سولر انرجی ہے۔ سولر انرجی بالواسطہ یا بلاواسطہ استعمال کی جاتی ہے۔ سورج کی روشنی کسی طرح بھی ماحول کو آلودہ نہیں کرتی۔ سورج کی شعاعیں زمین پر زندگی کا حتمی ذریعہ ہیں۔ ہم اپنی تمام اقسام کی غذا اور فیولز کے لیے سورج پر انحصار کرتے ہیں۔ اگر ہم زمین پر پہنچنے والی سولر انرجی کے ایک معمولی حصہ کو استعمال کرنے کا کوئی مناسب طریقہ معلوم کر لیں تو یہ ہماری انرجی کی ضروریات پوری کرنے کے لیے کافی ہوگا۔

سولر ہاؤس ہیٹنگ (Solar House Heating)

سولر انرجی کا استعمال نیا نہیں ہے۔ تاہم اس کا گھروں اور دفاتر کے علاوہ کمرشل انڈسٹریل استعمال انتہائی نیا ہے۔ مکمل سولر ہیٹنگ سسٹمز (solar heating systems) موسم سرما میں قلیل ترین مقدار میں سورج کی روشنی پہنچنے والے علاقوں میں کامیابی سے استعمال ہو رہے ہیں۔ ایک ہیٹنگ سسٹم درج ذیل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

- کولیکٹر (A collector)
- سٹوریج ڈیوائس (A storage device)
- ڈسٹری بیوشن سسٹم (A distribution system)

شکل 6.21: ایک سولر ہاؤس ہیٹنگ سسٹم

شکل (6.21) میں سادہ میٹل پلیٹس پر گلاس پینلز (panels) سے بنا ہوا ایک سولر کولیکٹر دکھایا گیا ہے۔ پلیٹس سورج کی انرجی کو جذب کرتی ہیں جو کولیکٹر کی پشت پر موجود پائپوں میں بہتے ہوئے پانی کو گرم کرتی ہیں۔ گرم پانی، کھانا پکانے، نہانے دھونے اور عمارات کو گرم رکھنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

سولر انرجی، سولر ککرز (cookers)، سولر ڈسٹلیشن پلانٹس، سولر پاور پلانٹس، وغیرہ میں استعمال ہوتی ہے۔

شکل 6.22: ایک سولر کار

سولر سیلز (Solar Cells)

سولر سیلز کے ذریعے سولر انرجی کو براہ راست الیکٹریسٹی میں بھی تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ ایک سولر سیل جسے فوٹو سیل بھی کہا جاتا ہے سیلیکان ویفر (silicon wafer) سے بنایا جاتا ہے۔ جب سن لائٹ سولر سیل پر پڑتی ہے تو یہ روشنی کو براہ راست الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کر دیتا ہے۔ سولر سیل کیلکولیٹرز، گھڑیوں اور کھلونوں میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ سولر پینلز (solar panels) بنانے کے لیے سولر سیلز کی ایک بڑی تعداد کو الیکٹریسٹی کی تاروں کے ذریعے آپس میں ملا دیا جاتا ہے۔ سولر پینلز ٹیلی فون بوتھز (telephone booths)، لائیٹ ہاؤسز، گھروں اور دفاتر کو پاور مہیا کر سکتے ہیں۔ سولر پینلز خلا میں سیٹلائٹس کو پاور مہیا کرنے کے لیے بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔

شکل 6.23: ایک گھر کی چھت پر لگا ہوا سولر پینل

سورج کی شعاعوں کو ٹریپ (trap) کرنے کے کئی دیگر طریقے بھی زیرِ غور

ہیں۔ اگر سائنسدان سولر انرجی کو استعمال کرنے کا کوئی موثر اور سستا طریقہ دریافت کرنے میں کامیاب ہو جائیں تو لوگ صاف اور آلودگی سے پاک لامحدود انرجی حاصل کر سکیں گے اس وقت تک جب تک سورج چمکتا رہے گا۔

ونڈ انرجی (Wind Energy)

شکل 6.24: ونڈ ٹربائنز

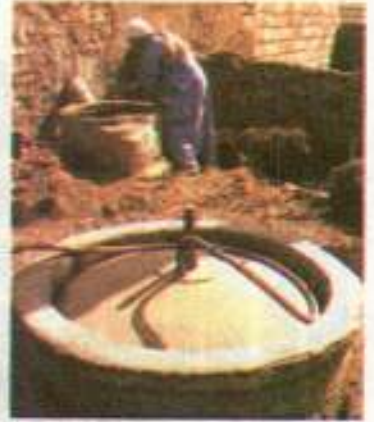
ونڈ کو صدیوں سے بطور انرجی استعمال کیا جاتا رہا ہے۔ یہ سمندروں میں چلنے والے بادبانی جہازوں کو پاور مہیا کرنے کا سبب بنتی ہے۔ یہ پن چکیوں میں اناج پیسنے اور پانی کو پمپ کرنے کے لیے استعمال کی جاتی رہی ہے۔ ونڈ پاور کو ونڈ ٹربائن چلانے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ شکل (6.24) میں ایک ونڈ فارم دکھایا گیا ہے۔ اس طرح کے ونڈ فارمز میں بہت سی ونڈ مشینوں کو آپس میں ملا دیا جاتا ہے۔ وہ پاور پلانٹ کو چلانے کے لیے کافی پاور پیدا کر سکتی ہیں۔ امریکہ میں بعض ونڈ فارمز ایک دن میں 1300 میگاواٹ سے زیادہ الیکٹریسٹی پیدا کرتے ہیں۔ یورپ میں بہت سے ونڈ فارمز کا 100 میگاواٹ یا اس سے زیادہ الیکٹریسٹی پیدا کرنا ایک معمول ہے۔

جیوتھرمل انرجی (Geothermal Energy)

زمین کے بعض حصوں میں زمین ہمیں گیزرز (gysers) اور گرم چشموں سے گرم پانی مہیا کرتی ہے۔ زمین کے اندر بہت زیادہ گہرائی پر واقع زمین کا اندرونی پگھلا ہوا گرم حصہ میگما (magma) کہلاتا ہے۔ زمین کے بعض حصوں میں میگما کے قریب پہنچنے والا پانی میگما کے بلند ٹمپریچر کی وجہ سے بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ زمین کے اندر موجود اس انرجی کو جیوتھرمل انرجی کہا جاتا ہے۔ ایسی جگہوں پر جہاں میگما کی گہرائی زیادہ نہیں ہوتی، گرم چٹانوں کے نزدیک تک گہری کھدائی کرنے سے جیوتھرمل کنواں (geothermal well) بنایا جا سکتا ہے۔ اس کنویں میں نیچے کی جانب پانی کو دھکیلا جاتا ہے۔ چٹانیں پانی کو فوری طور پر گرم کر دیتی ہیں اور اسے بھاپ میں تبدیل کر دیتی ہیں۔ یہ بھاپ پھیلتی ہے اور سطح کی طرف بلند ہوتی ہے۔ جہاں سے پائپوں کے ذریعے گھروں اور دفاتر کو گرم رکھنے کے لیے پہنچائی جا سکتی ہے اور اسے الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

شکل 6.25: جیوتھرمل پاور سٹیشن

بائیوماس انرجی (Energy From Biomass)

بائیوماس پودوں یا جانوروں کا فضلہ (مستر دیا فالتو اشیا) ہے جسے بطور ایندھن استعمال کیا جاتا ہے۔ بائیو ماس کی دیگر اقسام کوڑا کرکٹ، فارم ویسٹس (farm wastes)، گنا اور دوسرے پودے ہیں۔ یہ فضلہ پاور پلانٹس چلانے کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔ بہت سی انڈسٹریز جو فاریسٹ پروڈکٹس (forest products) استعمال کرتی ہیں، اپنی نصف الیکٹریسٹی پودوں کی چھال یا چھلکا (bark) اور دیگر لکڑی کے فضلے کو جلا کر حاصل کرتی ہیں۔ بائیوماس ایک متبادل ذریعہ انرجی کے طور پر کام آسکتی ہے۔ تاہم اس کے استعمال میں مسائل بھی درپیش ہیں۔

شکل 6.26: جانوروں کا گوبر استعمال کرنے والا ایک بائیوماس پلانٹ۔

جانوروں کا گوبر، مردہ پودے اور مردہ جانوروں کے گلنے سڑنے سے میتھین اور کاربن ڈائی آکسائڈ کا مکسچر خارج ہوتا ہے۔ میتھین کو جلا کر الیکٹریسٹی پیدا کی جاسکتی ہے۔

ماس-انرجی مساوات (Mass-Energy Equation)

آئن سٹائن نے مادے اور انرجی کے باہمی تبادلہ کی پیش گوئی کی۔ اس کے مطابق کسی جسم کے ماس میں ہونے والی کمی بہت زیادہ مقدار میں انرجی مہیا کرتی ہے۔ ایسا نیوکلیئر ری ایکشنز میں ہوتا ہے۔ ماس m اور انرجی E کے درمیان تعلق کو آئن سٹائن کی ماس-انرجی مساوات سے بیان کیا گیا ہے۔

$$E = mc^2 \quad \dots \quad \dots\dots \quad \dots (6.7)$$

یہاں c روشنی کی سپیڈ ($3 \times 10^8\ ms^{-1}$) ہے۔ درج بالا مساوات ظاہر کرتی ہے کہ مادے کی قلیل مقدار سے بے انتہا انرجی حاصل کی جاسکتی ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ مادہ انرجی کی ارتکاز شدہ (highly concentrated) شکل ہے۔ نیوکلیئر پاور پلانٹس سے انرجی حاصل کرنے کے عمل کی بنیاد درج بالا مساوات پر ہے۔ یہ عمل سورج اور ستاروں پر گزشتہ کروڑوں سالوں سے جاری ہے۔ سورج کی انرجی کا ایک انتہائی قلیل حصہ زمین تک پہنچتا ہے۔ سورج کی انرجی کا یہ قلیل حصہ زمین پر زندگی کا ذمہ دار ہے۔

فوسل فیولز سے الیکٹریسٹی کا حصول

ہم گھروں، دفاتر، سکولوں، کاروباری مراکز، فیکٹریوں اور فارمز میں الیکٹریسٹی استعمال کرتے ہیں۔ الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے مختلف طریقے ہیں۔ الیکٹریسٹی کی پیداوار کا بیشتر حصہ تیل، گیس اور کوئلے جیسے فوسل فیولز سے حاصل کیا جاتا ہے۔ تھرمل پاور سٹیشنز میں الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے فوسل فیولز جلائے جاتے ہیں۔ کوئلہ سے الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے عمل کے دوران مختلف مراحل میں انرجی کی تبدیلی کو شکل (6.27) میں دکھائی گئی بلاک ڈایاگرام سے ظاہر کیا گیا ہے۔

شکل 6.27: الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے انرجی کی تبدیلی کے مختلف مراحل۔

انرجی اور ماحول (Energy and Environment)

انرجی کے مختلف ذرائع مثلاً فوسل فیولز اور نیوکلیئر انرجی کے استعمال سے ماحولیاتی مسائل جیسا کہ پولیوشن، شور، فضائی پولیوشن اور واٹر پولیوشن پیدا ہوتے ہیں۔ پولیوشن ماحول کے معیار یا کیفیت میں ایسی تبدیلی ہے جو جاندار چیزوں کے لیے نقصان دہ اور ناخوش گوار ہو سکتی ہے۔ ماحول کے ٹمپریچر میں اضافہ زندگی کو درہم برہم کر دیتا ہے، یہ تھرمل پولیوشن کہلاتا ہے۔ تھرمل پولیوشن زندگی کے توازن میں بگاڑ پیدا کرتا ہے اور جانداروں کی مخصوص خصوصیات کی حامل کئی اقسام کی بقا کو خطرے میں ڈال دیتا ہے۔

فضائی پولیوشن پیدا کرنے والے عوامل ناپسندیدہ اور نقصان دہ ہوتے ہیں۔ قدرتی عمل جیسے کہ آتش فشاں کا پھٹنا، جنگلات کی آگ اور گرد و غبار کے طوفان فضا میں پولیوشن پیدا کرنے والی اشیا کا اضافہ کرتے ہیں۔ تاہم آلودگی پیدا کرنے والی یہ اشیا شاید ہی خطرناک حد تک پہنچ پاتی ہیں۔ اس کے برعکس گھروں، گاڑیوں اور فیکٹریوں میں فیول اور فالتو اشیا کے جلنے سے فضائی پولیوشن پیدا کرنے والی مضرِ صحت

گیسز کی خطرناک مقدار خارج ہوتی ہے۔

تمام پاور پلانٹس حرارت کی کافی مقدار خارج کرتے ہیں۔ لیکن فشن پلانٹ بے انتہا حرارت خارج کرتے ہیں۔ جھیل، دریا یا سمندر میں خارج کی جانے والی یہ حرارت ان میں زندگی کے توازن کو بگاڑ دیتی ہے۔ دوسرے پاور پلانٹس کے برعکس نیوکلیئر پاور پلانٹس کاربن ڈائی آکسائڈ پیدا نہیں کرتے لیکن ان میں خطرناک تابکار فضلے (radioactive wastes) ضرور پیدا ہوتے ہیں۔

بہت سے ممالک کی حکومتوں نے فضائی پولیوشن کو کنٹرول کرنے کے لیے قانون سازی کی ہے۔ ان میں سے کچھ قوانین پاور پلانٹس، فیکٹریوں اور گاڑیوں سے خارج کیے جانے والے پولیوشن کی مقدار کو محدود کرتے ہیں۔ ان شرائط پر پورا اترنے کے لیے نئی کاروں میں کیٹالٹک کنورٹر (catalytic converter) لگائے جاتے ہیں۔ یہ ڈیوائسز پولیوشن پیدا کرنے والی گیسز کو تبدیل کر دیتی ہیں۔ لیڈ فری پٹرول (lead free petrol) کے استعمال نے ہوا میں لیڈ کی مقدار کافی حد تک کم کر دی ہے۔ انجینئرز کار کے انجنوں کی نئی اقسام کو بہتر بنانے کے لیے ورک کر رہے ہیں جو ڈیزل یا پٹرول کی بجائے الیکٹریسٹی یا انرجی کے دیگر ذرائع استعمال کرتے ہیں۔

بہت سے علاقوں کی آبادی کے پولیوشن کی روک تھام کے لیے قوانین ہیں جو ان علاقوں کو پولیوشن سے محفوظ رکھتے ہیں۔ گاڑیوں اور ایندھن جلانے والی دوسری مشینوں کے استعمال کو محدود کر کے ہر شہری فضائی پولیوشن کنٹرول کرنے میں مددگار ثابت ہو سکتا ہے۔ افراد کا شراکتی سواری (sharing rides) پر سفر کرنا اور پبلک ٹرانسپورٹ کا استعمال ایسے طریقے ہیں جن سے سڑک پر چلنے والی گاڑیوں کی تعداد میں خاطر خواہ کمی ہو سکتی ہے۔

انرجی کنورٹر کی فلو ڈایاگرام
(Energy Flow Diagram of an Energy Converter)

انرجی کنورٹر میں کسی سسٹم میں استعمال کی گئی انرجی کا ایک حصہ کارآمد ورک میں تبدیل ہو جاتا ہے اور انرجی کا باقی ماندہ حصہ ہیٹ انرجی اور ساؤنڈ انرجی کی شکل میں ماحول میں ضائع ہو جاتا ہے۔ نیچے دی گئی انرجی فلو ڈایاگرامز ایک انرجی کنورٹر کی حاصل کی گئی انرجی کی دیگر اشکال میں تبدیلی کو ظاہر کرتی ہیں۔

ہموار سڑک پر کونسٹنٹ سپیڈ سے چلتی ہوئی گاڑی

کیمیکل انرجی
(ان پٹ)

فیول کا جلنا سبب بنتا ہے
ہیٹ انرجی
(آؤٹ پٹ)

انجن میں فیول کا جلنا پیدا کرتا ہے
کائی نیٹک انرجی

فیول کا جلنا سبب بنتا ہے
ساؤنڈ انرجی (شور)
(آؤٹ پٹ)

اجسام کو حرکت دینے کے لیے
کیا گیا ورک
(آؤٹ پٹ)

پاور سٹیشن

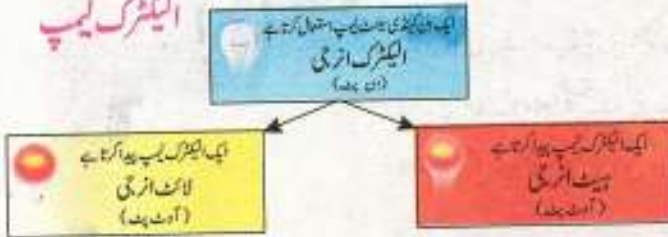
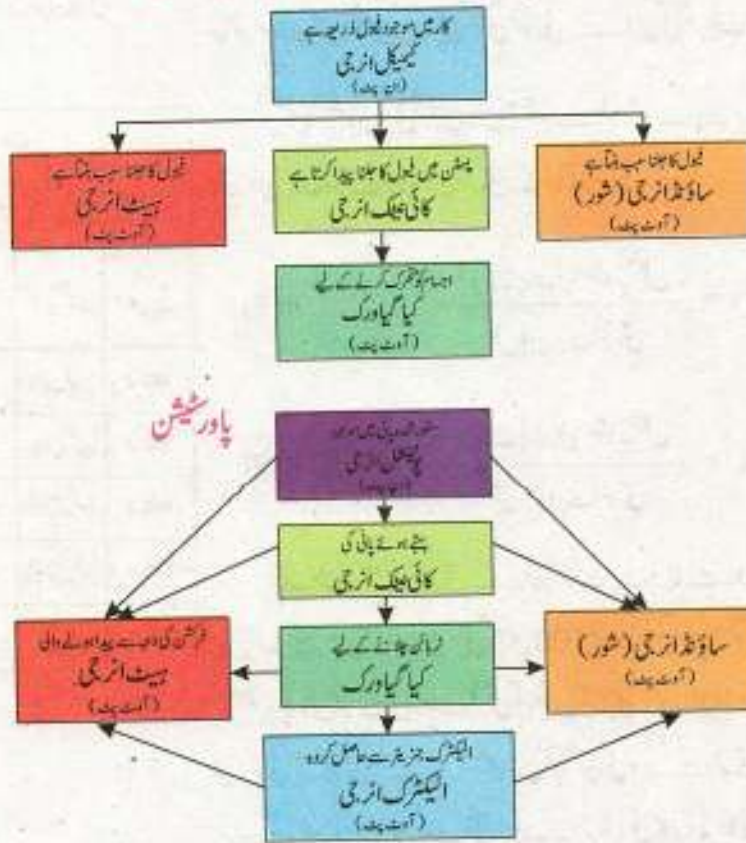
پوٹینشل انرجی

بہتے ہوئے پانی کی
کائی نیٹک انرجی

فرکشن کی وجہ سے پیدا ہونے والی
ہیٹ انرجی
(آؤٹ پٹ)

ٹربائن چلانے کے لیے
کیا گیا ورک

ساؤنڈ انرجی (شور)
(آؤٹ پٹ)

الیکٹرک جنریٹر سے حاصل کردہ
الیکٹرک انرجی
(آؤٹ پٹ)

6.8 ایفی شینسی (Efficiency)

کسی مشین سے ورک کس طرح لیا جاتا ہے؟ ہم مشین کو کسی خاص شکل کی انرجی مہیا کرتے ہیں جو مشین کے ورک کرنے کے لیے ضروری ہوتی ہے۔ انسانی مشین کو بھی مختلف ورک کرنے کے لیے انرجی درکار ہوتی ہے۔ ہم اپنے جسم کی انرجی کی ضرورت پوری کرنے کے لیے خوراک کھاتے ہیں۔

شکل 6.28: الیکٹرک ڈرل

ہم مشینوں سے کارآمد ورک بطور آؤٹ پٹ لینے کے لیے کسی خاص شکل کی انرجی ان پٹ دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر الیکٹرک موٹرز پمپ کے ذریعے پانی کو اوپر چڑھانے، ہوا پھینکنے، کپڑے دھونے، ڈرل سے سوراخ کرنے وغیرہ کے لیے استعمال کی جاسکتی ہیں۔ اس ورک کے لیے وہ الیکٹرک انرجی استعمال کرتی ہیں۔ ایک مشین کتنی کارآمد ہے، اس کا انحصار اس پر ہے کہ مشین کو مہیا کی گئی انرجی ان پٹ سے ہم کتنی آؤٹ پٹ حاصل کرتے ہیں۔ کارآمد آؤٹ پٹ کی ان پٹ انرجی کے ساتھ نسبت کسی مشین کی ایفی شینسی کہلاتی ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

کسی سسٹم کی ایفی شینسی اس سسٹم سے بطور آؤٹ پٹ حاصل کی گئی انرجی کی بطور ان پٹ صَرف کردہ کل انرجی کے ساتھ نسبت ہے۔

$$\text{ایفی شینسی} = \frac{\text{آؤٹ پٹ کی مطلوبہ شکل}}{\text{کل ان پٹ انرجی}} \quad \ldots (6.8)$$

یا

$$\text{\% ایفی شینسی} = \frac{\text{آؤٹ پٹ کی مطلوبہ شکل}}{\text{کل ان پٹ انرجی}} \times 100 \quad \ldots (6.9)$$

ایک مثالی سسٹم، انرجی کے برابر آؤٹ پٹ دیتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں ہم یوں کہہ سکتے ہیں کہ اس کی ایفی شینسی 100 فیصد ہوتی ہے۔ لوگوں نے ایسا ورکنگ سسٹم ڈیزائن کرنے کی بہت کوشش کی جس کی ایفی شینسی 100 فیصد ہو، لیکن عملی طور پر ایسا کوئی سسٹم نہیں ہے۔ ہر سسٹم میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی ہے جو حرارت، شور وغیرہ کا سبب بنتی ہے۔ یہ انرجی کی کارآمد اشکال نہیں ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ ہم ورکنگ سسٹم کو دی جانے والی تمام انرجی استعمال نہیں کر سکتے۔ ایک ورکنگ سسٹم سے حاصل کی گئی مطلوبہ انرجی (آؤٹ پٹ) صَرف کی گئی انرجی (ان پٹ) سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔

اضافی معلومات

چند مخصوص آلات / مشینوں کی ایفی شینسی

فیصد ایفی شینسی	کیا گیا کارآمد ورک	آلہ یا مشین	انرجی ان پٹ
5 %	5 J	الیکٹرک لیمپ	100 J
25 %	25 J	پٹرول انجن	100 J
80 %	80 J	الیکٹرک موٹر	100 J
55 %	55 J	الیکٹرک فین	100 J
3 %	3 J	سولر سیل	100 J

مثال 6.5

ایک سائیکلسٹ ہر J 100 فوڈ انرجی کے عوض اپنی بائیسکل کے چلانے میں

J 12 کارآمد ورک کرتا ہے۔ اس کی ایفی شینسی کتنی ہے ؟

حل

سائیکلسٹ کا کیا گیا کارآمد ورک = 12J

سائیکلسٹ کی استعمال کی گئی انرجی = 100 J

ایفی شینسی = $\frac{12J}{100J}$

= 0.12

یا فیصد ایفی شینسی = 0.12×100 =12 %

پس سائیکلسٹ کی ایفی شینسی 12% ہے۔

6.9 پاور (Power)

دو آدمیوں نے مساوی ورک کیا۔ ایک نے اسے مکمل کرنے کے لیے ایک گھنٹا صَرف کیا جبکہ دوسرے نے وہی ورک پانچ گھنٹوں میں مکمل کیا۔ بلاشبہ دونوں نے مساوی ورک کیا لیکن اس شرح میں فرق ہے جس شرح سے ورک کیا گیا۔ ایک نے دوسرے کے مقابلہ میں زیادہ تیزی سے ورک کیا ہے۔ وہ مقدار جس سے ہمیں ورک کرنے کی شرح معلوم ہوتی ہے، پاور کہلاتی ہے۔ لہٰذا

> ورک کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں۔

اسے حسابی شکل میں یوں لکھتے ہیں۔

پاور $P = \frac{\text{ورک}}{\text{وقت}}$

یا $P = \frac{W}{t}$ ... ... (6.10)

چونکہ ورک ایک سکیلر مقدار ہے اس لیے پاور بھی ایک سکیلر مقدار ہے۔ پاور کا SI یونٹ واٹ (W) ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

> اگر کوئی جسم ایک سیکنڈ میں ایک جول ورک کرے تو اس کی پاور ایک واٹ ہوگی۔

پاور کے بڑے یونٹس کلوواٹ (kW)، میگاواٹ (MW)، وغیرہ ہیں۔

1 کلوواٹ (1kW) = 1000 W = 10^3 W

1 میگاواٹ (1MW) = 1000 000 W = 10^6 W

1 ہارس پاور = 1hp = 746 W

مثال 6.6

ایک شخص M_1 200 نیوٹن وزن کو 10 cm کی بلندی تک اٹھانے میں 80 s لیتا ہے۔ جبکہ دوسرا شخص M_2 وہی ورک سرانجام دینے میں 10 s لیتا ہے۔ ہر ایک کی پاور معلوم کیجیے۔

حل

F = 200 N

S = 10 m

آدمی M_1 کا وقت = t_1 = 80 s

آدمی M_2 کا وقت = t_2 = 10 s

ہم جانتے ہیں کہ ورک = F × S

∴ ورک = 200 N × 10 m

= 2000 J

آدمی M_1 کی پاور = $\frac{\text{ورک}}{t_1}$

$= \frac{2000\ J}{80\ s} = 25\ Js^{-1}$

= 25 W

اور آدمی M_2 کی پاور = $\frac{\text{ورک}}{t_2}$

$= \frac{2000\ J}{10\ s} = 200\ Js^{-1}$

= 200 W

پس آدمی M_1 کی پاور 25 W اور M_2 کی پاور 200 W ہے۔

مثال 6.7

ایک پمپ 70 kg پانی کو 16 m کی عمودی بلندی تک 10 s میں پہنچا سکتا ہے۔ پمپ کی پاور معلوم کیجیے۔ پاور کو ہارس پاور میں بھی معلوم کیجیے۔

حل

پانی کا ماس $m = 70\ kg$

بلندی $S = 16\ m$

وقت $t = 10\ s$

جیسا کہ $F = w = mg$

$\therefore\ F = 70\ kg \times 10\ ms^{-2}$

$= 700\ N$

ہم جانتے ہیں کہ ورک $W = F \times S$

$W = 700\ N \times 16\ m$

$= 11200\ J$

$\therefore$ پاور $= \frac{W}{t}$

$P = \frac{11200\ J}{10\ s} = 1120\ Js^{-1}$

$= 1120\ W$

اور $1\ hp = 746\ W$

$P = \frac{1120\ W}{746\ W}\ hp$

$= 1.5\ hp$

پس پمپ کی پاور 1.5 hp ہے۔

خلاصہ

- جب کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرتے ہوئے اسے فورس کی سمت میں حرکت دیتی ہے تو کہا جاتا ہے کہ ورک ہوا ہے۔
  - ڈس پلیسمنٹ x فورس = ورک
  - ورک کا SI یونٹ جول (J) ہے۔
- ایک جول وہ ورک ہے جو ایک نیوٹن فورس اپنی ہی سمت میں ایک میٹر تک حرکت دینے میں کرتی ہے۔
- جب ہم کہتے ہیں کہ کسی جسم میں انرجی ہے تو اس سے ہمارا مطلب ہوتا ہے کہ اس میں ورک کرنے کی صلاحیت ہے۔
- انرجی مختلف اقسام میں پائی جاتی ہے۔ جیسا کہ مکینیکل انرجی، ہیٹ انرجی، لائیٹ انرجی، ساؤنڈ انرجی، الیکٹریکل انرجی، کیمیکل انرجی اور نیوکلیئر انرجی، وغیرہ۔ انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

- کسی متحرک جسم میں پائی جانے والی انرجی کائی نیٹک انرجی کہلاتی ہے۔
- کسی جسم میں پوزیشن کی وجہ سے موجود انرجی پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔
- انرجی نہ پیدا کی جاسکتی ہے اور نہ فنا کی جاسکتی ہے۔ تاہم اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔
- قدرتی طور پر وقوع پذیر پروسیس انرجی میں تبدیلی کا نتیجہ ہیں۔ سورج سے آنے والی حرارت سمندروں کے پانی کو بخارات میں تبدیل کر کے بادلوں میں تبدیل کرتی ہے۔ جب وہ ٹھنڈے ہوجاتے ہیں تو پانی کے قطرے بارش کی شکل میں نیچے گرتے ہیں۔
- آئن سٹائن نے مادے اور انرجی کی باہمی تبدیلی کی پیش گوئی $E = mc^2$ مساوات سے کی۔
- فوسل فیولز ناقابل تجدید انرجی کے طور پر جانے جاتے ہیں۔ کیونکہ انہیں موجودہ شکل اختیار کرنے میں کئی ملین سال لگے۔
- سورج کی روشنی اور واٹر پاور انرجی کے قابل تجدید ذرائع ہیں۔ یہ کوئلے، تیل اور گیس کی طرح ختم نہیں ہوں گے۔
- ماحولیاتی مسائل مثلاً شور، فضائی پولیوشن اور واٹر پولیوشن پر مشتمل پولیوشن پیدا کرنے والے اخراج، انرجی کے مختلف ذرائع جیسا کہ فوسل فیولز، نیوکلیئر انرجی، وغیرہ کے استعمال کرنے سے پیدا ہوتے ہیں۔
- کسی ڈیوائس یا مشین سے کیے گئے کارآمد ورک کی اس کی کل صَرف کردہ انرجی کے ساتھ نسبت ایفی شینسی کہلاتی ہے۔
- ورک کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی پاور ایک واٹ ہوتی ہے اگر وہ ایک جول فی سیکنڈ کی شرح سے ورک کر رہا ہو۔ پس

$$1\ W = 1\ Js^{-1}$$

سوالات

6.1 دیئے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگایئے۔

(i) ورک صفر ہوگا جب فورس اور فاصلہ کے درمیان زاویہ ہوتا ہے:

(a) 45° (b) 60°
(c) 90° (d) 180°

(ii) اگر فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے ساتھ عموداً ہو تو ورک ہوگا:

(a) انتہائی زیادہ (b) انتہائی کم
(c) صفر (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(iii) اگر کسی جسم کی ولاسٹی دوگنا ہو جائے تو اس کی کائی نیٹک انرجی

(a) کونسٹنٹ رہتی ہے (b) دوگنا ہو جاتی ہے
(c) چار گنا ہو جاتی ہے (d) نصف رہ جاتی ہے

(iv) 2 کلوگرام کی ایک اینٹ زمین سے 5 m کی بلندی تک لے جانے میں کیا گیا ورک ہوگا:

(a) 2.5 J (b) 10 J
(c) 50 J (d) 100 J

(v) 2 کلوگرام کے ایک جسم کی کائی نیٹک انرجی 25 J ہے۔ اس کی سپیڈ ہوگی:

(a) 5 ms^{-1} (b) 12.5 ms^{-1}
(c) 25 ms^{-1} (d) 50 ms^{-1}

(vi) مندرجہ ذیل میں کون سا ڈیوائس لائیٹ انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے؟
(a) الیکٹرک جنریٹر (b) الیکٹرک بلب
(c) الیکٹرک سیل (d) فوٹو سیل

(vii) جب کسی جسم کو h بلندی تک اٹھایا جاتا ہے تو اس پر کیا گیا ورک اس کی جس انرجی کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے:
(a) پوٹینشل انرجی (b) کائی نیٹک انرجی
(c) جیوتھرمل انرجی (d) ایلاسٹک پوٹینشل انرجی

(viii) کوئلہ میں ذخیرہ شدہ انرجی ہے:
(a) کائی نیٹک انرجی (b) ہیٹ انرجی
(c) نیوکلیئر انرجی (d) کیمیکل انرجی

(ix) ڈیم کے پانی میں ذخیرہ شدہ انرجی ہوتی ہے:
(a) پوٹینشل انرجی (b) الیکٹریکل انرجی
(c) تھرمل انرجی (d) کائی نیٹک انرجی

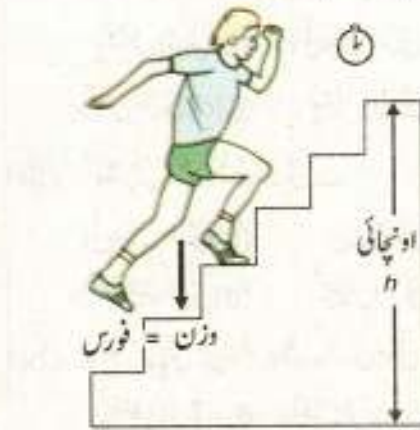
(x) آئن سٹائن کی ماس۔انرجی مساوات میں c ظاہر کرتا ہے:
(a) روشنی کی سپیڈ (b) آواز کی سپیڈ
(c) زمین کی سپیڈ (d) الیکٹرون کی سپیڈ

(xi) ورک کرنے کی شرح کو کہتے ہیں۔
(a) ٹارک (b) انرجی
(c) مومینٹم (d) پاور

6.2 ورک کی تعریف کیجیے۔اس کا SI یونٹ کیا ہے؟
6.3 فورس کب ورک کرتی ہے؟ وضاحت کیجیے۔
6.4 ہمیں انرجی کی ضرورت کیوں ہوتی ہے؟
6.5 انرجی کی تعریف کیجیے۔ مکینیکل انرجی کی اقسام بتائیے۔
6.6 کائی نیٹک انرجی کی تعریف کیجیے اور اس کا فارمولا اخذ کیجیے۔
6.7 پوٹینشل انرجی کی تعریف کیجیے اور اس کا فارمولا اخذ کیجیے۔
6.8 فوسل فیولز کو انرجی کی ناقابل تجدید شکل کیوں کہا جاتا ہے؟
6.9 انرجی کی کون سی قسم کو دوسری اقسام پر ترجیح دی جاتی ہے اور کیوں؟
6.10 انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں کیسے تبدیل کیا جاتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔
6.11 ایسے پانچ ڈیوائسز کے نام لکھیں جو الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرتے ہیں۔
6.12 کسی ایسے ڈیوائس کا نام لکھیں جو مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔
6.13 کسی سسٹم کی ایفی شینسی سے کیا مطلب لیا جاتا ہے؟
6.14 کسی سسٹم کی ایفی شینسی آپ کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟
6.15 پاور سے کیا مراد ہے؟
6.16 واٹ کی تعریف کیجیے۔

مشقی سوالات

6.1 ایک آدمی N 300 کی فورس لگاتے ہوئے ایک ہتھ گاڑی کو m 35 تک کھینچ کر لے جاتا ہے۔ آدمی کا کیا گیا ورک معلوم کیجیے۔
(10500 J)

6.2 ایک N 20 وزنی بلاک عموداً اوپر کی جانب m 6 اٹھایا گیا ہے۔ اس میں ذخیرہ ہونے والی پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے۔
(120 J)

6.3 ایک kN 12 وزنی کار کی سپیڈ $20\ ms^{-1}$ ہے۔ اس کی کائی نیٹک انرجی معلوم کیجیے۔
(240 kJ)

6.4 500 گرام کے ایک پتھر کو $15\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے اوپر کی جانب پھینکا گیا ہے۔ اس کی معلوم کیجیے
(i) بلندترین مقام پر پوٹینشل انرجی
(ii) زمین سے ٹکراتے وقت کائی نیٹک انرجی
(56.25 J، 56.25 J)

6.5 ایک m 6 اونچی ڈھلوان کے نچلے سرے سے چوٹی تک پہنچنے پر ایک سائیکلسٹ کی سپیڈ $1.5\ ms^{-1}$ ہے۔ سائیکلسٹ کی کائی نیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے۔ سائیکلسٹ اور اس کی بائیسکل کا ماس kg 40 ہے۔
(45 J, 2400 J)

6.6 ایک موٹر بوٹ $4\ ms^{-1}$ کی کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتی ہے۔ اس پر عمل کرنے والی پانی کی رزسٹنس N 4000 ہے۔ اس کے انجن کی پاور معلوم کیجیے۔
(16 kW)

6.7 ایک آدمی ایک بلاک کو N 300 کی فورس سے s 60 میں m 50 تک کھینچتا ہے۔ بلاک کو کھینچنے میں استعمال کی گئی پاور معلوم کیجیے۔
(250 W)

6.8 50 کلوگرام کا ایک آدمی s 20 کے دوران 25 سیڑھیاں چڑھتا ہے اگر ہر سیڑھی cm 16 اونچی ہو تو اس کی پاور معلوم کیجیے۔
(100 W)

6.9 ایک پمپ kg 200 پانی کو s 10 میں m 6 کی بلندی تک پہنچا سکتا ہے۔ پمپ کی پاور معلوم کیجیے۔
(1200 W)

6.10 ایک ہارس پاور کی الیکٹرک موٹر کو واٹر پمپ چلانے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ واٹر پمپ ایک اوورہیڈ ٹینک کو بھرنے کے لیے .min 10 لیتا ہے۔ ٹینک کی گنجائش 800 لٹر اور بلندی m 15 ہے۔ ٹینک کو بھرنے میں الیکٹرک موٹر نے واٹر پمپ پر کتنا ورک کیا۔ نیز سسٹم کی ایفی شینسی بھی معلوم کیجیے۔
(447600 J, 26.8%)

یونٹ 7

مادہ کی خصوصیات

Properties of Matter

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مادہ کے کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ (ٹھوس، مائع، اور گیس حالت) کو بیان کر سکیں۔
- مادہ کی چوتھی حالت (پلازما) کو مختصراً بیان کر سکیں۔
- ڈینسٹی کی تعریف کر سکیں۔
- چند ٹھوس، مائع، اور گیس اجسام کی ڈینسٹی کا آپس میں موازنہ کر سکیں۔
- پریشر بطور (یونٹ ایریا پر عموداً لگائی گئی فورس) کی تعریف کر سکیں۔
- روزمرہ زندگی میں مثالوں سے وضاحت کر سکیں کہ فورس اور ایریا کی تبدیلی سے پریشر کیسے بدلتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ اسٹماسفیئر، پریشر ڈالتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ مائع کی سطح کی بلندی سے اسٹماسفیرک پریشر کیسے معلوم کیا جاتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ زمین کی سطح سے بلندی پر جاتے ہوئے اسٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔
- بیان کر سکیں کہ کسی علاقے میں اسٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی موسم میں تبدیلی کی نشان دہی کرتی ہے۔
- پاسکل کے قانون کی تعریف کر سکیں۔
- پاسکل کے قانون کا مثالوں سے اطلاق اور اس کے استعمال کا عملی مظاہرہ کر سکیں۔
- مائع کی سطح کے نیچے پریشر کا گہرائی اور ڈینسٹی سے تعلق ($P=\rho gh$) بیان

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

مادہ اور اس کی حالتیں	سائنس - V

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

فلوئڈ ڈائنامکس	فزکس - XI
فزکس آف سالڈز	فزکس - XII

کرسکیں اوراس کی مدد سے مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- ارشمیدس کے اصول کی تعریف کرسکیں۔
- ارشمیدس کے اصول کی مدد سے کسی جسم کی ڈینسٹی معلوم کرسکیں۔
- کسی جسم پر مائع کے اچھال کی فورس کی تعریف کرسکیں۔
- بے جان اجسام کے تیرنے کے اصول کی تعریف کرسکیں۔
- وضاحت کرسکیں کہ فورس کسی جسم کے سائز اور شکل میں تبدیلی پیدا کرسکتی ہے۔
- سٹریس stress ، سٹرین strain اور ینگز موڈولس Young's modulus کی اصطلاحات کی تعریف کرسکیں۔
- ہک کے قانون (Hooke's law) کی تعریف اور ایلاسٹک لمٹ (elastic limit) کی وضاحت کرسکیں۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

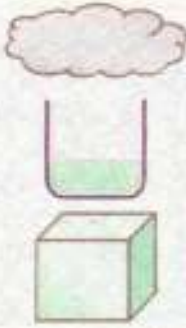
- فورٹن بیرومیٹر کی مدد سے ایٹماسفیرک پریشر ماپ سکیں۔
- موٹر سائیکل / کار کے ٹائر کا پریشر معلوم کرسکیں اور آلے کے بنیادی اصول کی تعریف کرسکیں اور سسٹم انٹرنیشنل میں اس کی قیمت معلوم کرسکیں۔
- بے قاعدہ اجسام کی ڈینسٹی معلوم کرسکیں۔

سائنس ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

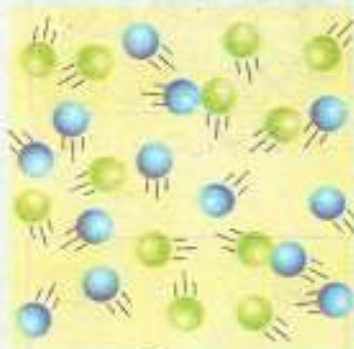
- وضاحت کرسکیں کہ تھمب پن لگاتے ہوئے اس کے اوپر والے حصے پر لگائے جانے والا پریشر، پن کی نوک پر ہزاروں گنا بڑھ جاتا ہے۔
- کار کی بیٹری کے تیزاب کی ڈینسٹی معلوم کرنے کے لیے ہائڈرومیٹر کے استعمال کی وضاحت کرسکیں۔
- وضاحت کرسکیں کہ بحری جہاز اور آبدوزیں سمندر کی سطح پر تیرتے ہیں اگر ان پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس ان کے کل وزن سے زیادہ ہو۔
- وضاحت کرسکیں کہ ہائڈرولک پریس، ہائڈرولک کار لفٹ اور ہائڈرولک

اہم تصورات

کاربریک اس اصول پر کام کرتے ہیں جس کے مطابق مائع کا پریشر تمام سمتوں میں مساوی منتقل ہوتا ہے۔

- وضاحت کرسکیں کہ نلکی (straw)، ڈراپر، سرنج اور ویکیوم کلینرز کے ذریعے کسی مائع کو اندر کھینچنے کا عمل ایٹماسفیرک پریشر کی وجہ سے ہوتا ہے۔

شکل 7.1: پانی تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔

مادہ ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ مادہ کی بہت سی خصوصیات ہیں۔ مثلاً مادہ وزن رکھتا ہے اور جگہ گھیرتا ہے۔ مادہ کی کچھ ایسی خصوصیات بھی ہیں جو اس کی کسی ایک حالت سے تو وابستہ ہیں لیکن دوسری حالت سے وابستہ نہیں ہوتیں۔ مثال کے طور پر ٹھوس اجسام کی اپنی مخصوص شکل ہوتی ہے لیکن مائعات اور گیسز کی اپنی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ اس کے برعکس مائعات کا اپنا مخصوص والیوم ہوتا ہے لیکن گیسز کا والیوم مخصوص نہیں ہوتا۔ مختلف اجسام اپنی مضبوطی، ڈینسٹی، سولوبلیٹی (solubility)، بہاؤ، ایلاسٹیسٹی، کنڈکٹیویٹی اور دیگر خصوصیات کے لحاظ سے ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی خصوصیات کو باآسانی بیان کرتا ہے۔

7.1 مادہ کا کائی نیٹک مالیکیولر ماڈل
(Kinetic Molecular Model of Matter)

شکل (7.2) میں دکھائے گئے مادہ کے کائی نیٹک مالیکیولر ماڈل کی چند نمایاں خصوصیات درج ذیل ہیں۔

- مادہ ذرات سے مل کر بنا ہے جنھیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
- مالیکیولز مسلسل حرکت کرتے رہتے ہیں۔
- مالیکیولز کے درمیان کشش کی فورس موجود ہوتی ہے۔

کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی تینوں حالتوں ٹھوس، مائع، اور گیس کی وضاحت کرتا ہے۔

شکل 7.2: مادہ کی تینوں حالتوں کا کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ۔

ٹھوس (Solids)

ٹھوس اجسام مثلاً پتھر، دھاتی چمچ اور پنسل وغیرہ کی مخصوص شکل اور والیوم

شکل 7.3: ٹھوس اجسام میں مالیکیولز انتہائی قریب ہوتے ہیں۔

ہوتا ہے۔ ان کے مالیکیولز مضبوط کشش کی فورس کی وجہ سے ایک دوسرے کے انتہائی قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (7.3) میں دکھایا گیا ہے۔ وہ ایک جگہ سے دوسری جگہ حرکت نہیں کرتے۔ تاہم اپنی وسطی پوزیشنز پر رہتے ہوئے وائبریٹ کرتے رہتے ہیں۔

مائعات (Liquids)

مائع میں مالیکیولز کے درمیان فاصلہ ٹھوس اجسام کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے۔ لہٰذا ان کے درمیان کشش کی فورس کمزور ہوتی ہے۔ ٹھوس اجسام کی طرح مائع کے مالیکیولز بھی اپنی وسطی پوزیشن کے گرد وائبریٹ کرتے ہیں لیکن ایک دوسرے سے مضبوطی سے جڑے نہیں ہوتے۔ کمزور کشش کی فورس کے باعث وہ ایک دوسرے کے اوپر سلائڈ کرتے رہتے ہیں۔ اسی وجہ سے مائعات بہہ جاتے ہیں۔ کسی مخصوص مقدار کے مائع کا والیوم تو وہی رہتا ہے لیکن چونکہ مائع بہہ جاتا ہے لہٰذا مائع ہر اس برتن کی شکل اختیار کر لیتا ہے جس میں اسے انڈیلا جائے۔

شکل 7.4: مائعات میں مالیکیولز نسبتاً دور ہوتے ہیں۔

گیسز (Gases)

گیسز مثلاً ہوا کی مخصوص شکل اور والیوم نہیں ہوتا اور انہیں کسی بھی شکل کے برتن میں بھرا جا سکتا ہے۔ ان کے مالیکیولز رینڈم موشن میں رہتے ہیں اور انتہائی زیادہ ولاسٹیز سے حرکت کرتے ہیں۔ ٹھوس اجسام اور مائعات کی بہ نسبت گیسز کے مالیکیولز ایک دوسرے سے زیادہ فاصلہ پر ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (7.5) میں دکھایا گیا ہے۔ ٹھوس اور مائعات کے مقابلے میں گیسز کافی ہلکی ہوتی ہیں۔ دبانے سے ان کا والیوم کم کیا جا سکتا ہے۔ گیس کے مالیکیولز برتن کی دیواروں سے مسلسل ٹکراتے رہتے ہیں۔ لہٰذا گیس برتن کی دیواروں پر پریشر ڈالتی ہے۔

شکل 7.5: گیسز میں مالیکیولز ایک دوسرے سے کافی دور پائے جاتے ہیں۔

پلازما، مادہ کی چوتھی حالت
(Plasma, the Fourth State of Matter)

اگر کسی گیس کو مسلسل گرم کیا جائے تو اس کے مالیکیولز کی کائنیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے جس کی وجہ سے گیس کے مالیکیولز کی حرکت بھی تیز تر ہوتی چلی جاتی

ہے۔ گیس کے ایٹمز اور مالیکیولز کا آپس میں ٹکراؤ شدید ہوتا چلا جاتا ہے جو گیس کے ایٹمز کے ٹوٹنے کا باعث بنتا ہے۔ ایٹمز کے الیکٹرون علیحدہ ہو جاتے ہیں اور پوزیٹو آئن بن جاتے ہیں۔ مادہ کی اس حالت کو پلازما کہتے ہیں۔ جب کسی گیس ڈسچارج ٹیوب میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو اس میں بھی پلازما بن جاتا ہے۔

پلازما کو مادہ کی چوتھی حالت کہا جاتا ہے۔ اس میں گیس آئیونک حالت میں ہوتی ہے۔ الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز کی موجودگی کے باعث ایٹمز کے الیکٹرونز اور پوزیٹو آئنز علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ روشن ٹیوبز (نیون اور فلوریسنٹ) میں بھی پلازما پایا جاتا ہے۔ کائنات میں پایا جانے والا بیشتر مادہ پلازما کی حالت میں ہے۔ ستاروں مثلاً سورج میں موجود گیسز آئیونک حالت میں ہوتی ہیں۔ پلازما مادہ کی انتہائی کنڈکٹنگ (conducting) حالت ہے جو الیکٹرک کرنٹ گزرنے دیتا ہے۔

شکل 7.6: ایک پلازما بلب

7.2 ڈینسٹی (Density)

کیا لوہے کا جسم لکڑی کے جسم سے بھاری ہوتا ہے؟ ضروری نہیں کیونکہ اس کا انحصار لوہے اور لکڑی کی مقدار پر ہے جس کا آپس میں موازنہ کیا جا رہا ہے۔ مثال کے طور پر، اگر ہم مساوی والیوم میں لوہا اور لکڑی لیں تو ہم آسانی سے کہہ سکتے ہیں کہ لوہا لکڑی سے بھاری ہے۔

یہ جاننے کے لیے کہ کون سا جسم ہلکا ہے اور کون سا بھاری ہم عام طور پر مختلف اشیا کی ڈینسٹیز کا آپس میں موازنہ کرتے ہیں۔ کسی شے کی ڈینسٹی اس کے ماس اور والیوم کی نسبت سے معلوم کی جاتی ہے۔

ٹیبل 7.1: مختلف اشیا کی ڈینسٹی

شے	ڈینسٹی (kgm^{-3})
ہوا	1.3
فوم	89
پٹرول	800
خوردنی تیل	920
برف	920
پانی	1000
شیشہ	2500
ایلومینیم	2700
لوہا	7900
کاپر	8900
سیسہ	11200
مرکری	13600
سونا	19300
پلاٹینم	21500

کسی جسم کے یونٹ والیوم کا ماس ڈینسٹی کہلاتا ہے۔

پس

$$\text{ڈینسٹی} = \frac{\text{شے کا ماس}}{\text{شے کا والیوم}} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (7.1)$$

سسٹم انٹرنیشنل میں ڈینسٹی کا یونٹ کلوگرام فی کیوبک میٹر (kgm^{-3}) ہے۔ اگر ہمیں کسی میٹیریل کا ماس اور اس کا والیوم معلوم ہو تو ہم اس کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر پانچ لٹر پانی کا ماس 5 کلوگرام ہے۔ اس کی ڈینسٹی

مساوات (7.1) میں قیمتیں درج کرنے سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

چونکہ 1 لٹر $= 10^{-3}\ m^3$

$\therefore$ 5 لٹر $= 5 \times 10^{-3}\ m^3$

پانی کی ڈینسٹی $= \dfrac{5\ kg}{5 \times 10^{-3}\ m^3}$

$= 1000\ kg\ m^{-3}$

پس پانی کی ڈینسٹی $1000\ kgm^{-3}$ ہے۔

ڈینسٹی کی مساوات

ڈینسٹی = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{والیوم}}$

ماس = ڈینسٹی × والیوم

والیوم = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{ڈینسٹی}}$

مفید معلومات

1000 لٹر = 1 کیوبک میٹر ($1\ m^3$)

1 لٹر $= 10^{-3}\ m^3$

$1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3$

$1000\ kgm^{-3} = 1\ gcm^{-3}$

کیا آپ جانتے ہیں؟

زمین کا ایٹماسفیئر اوپر کی جانب چند سو کلومیٹرز تک مسلسل کم ہوتی ڈینسٹی کے ساتھ پھیلا ہوا ہے۔ اس کا تقریباً نصف ماس سطحِ سمندر اور 10 km کے درمیان پایا جاتا ہے۔ ایٹماسفیئر کا 99% ماس سطحِ سمندر سے 30 km کے فاصلے تک پایا جاتا ہے۔ جوں جوں ہم اوپر کی طرف جاتے ہیں ہوا لطیف سے لطیف ہوتی جاتی ہے۔

مثال 7.1

ایک $200\ cm^3$ والیوم کے پتھر کا ماس $500\ g$ ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

حل

$m = 500\ g$

$V = 200\ cm^3$

ڈینسٹی = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{والیوم}}$

$= \dfrac{500\ g}{200\ cm^3} = 2.5\ gcm^{-3}$

پس پتھر کی ڈینسٹی $2.5\ gcm^{-3}$ ہے۔

7.3 پریشر (Pressure)

ایک پنسل کے سروں کو ہتھیلیوں کے درمیان رکھ کر دبائیں۔ پنسل کی نوک سے دبنے والی ہتھیلی دوسری ہتھیلی سے زیادہ درد محسوس کرے گی۔ ہم ایک ڈرائنگ پن کو انگوٹھے کی مدد سے دبا کر لکڑی کے بورڈ میں گاڑ سکتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ڈرائنگ پن پر لگائی جانے والی فورس پن کی تیز نوک کے نیچے انتہائی کم ایریا پر مرکوز ہو

شکل 7.7: ایریا جتنا کم ہوگا فورس اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

شکل 7.8: تیز نوک دار ڈرائنگ پن دبانے پر آسانی کے ساتھ لکڑی کے بورڈ میں نصب ہو جاتی ہے۔

جاتی ہے۔ ایک ڈرائنگ پن جس کی نوک تیز نہ ہو کو لکڑی کے بورڈ میں گاڑنا مشکل ہوتا ہے۔ ان مثالوں سے ہمیں پتا چلتا ہے کہ لگائی جانے والی فورس جس قدر کم ایریا پر عمل کرے گی اس قدر اس کا اثر زیادہ ہوگا۔ چونکہ پنسل یا کیل کی نوک کا ایریا انتہائی کم ہوتا ہے۔ لہٰذا فورس کا اثر بڑھ جاتا ہے۔ ایسی مقدار جس کا انحصار فورس پر ہو اور جو لگائے جانے والے ایریا میں اضافے سے کم ہو جائے، پریشر کہلاتی ہے۔

کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عموداً لگائی جانے والی فورس، پریشر کہلاتی ہے۔

پس پریشر $P = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}}$

یا $P = \frac{F}{A}$ ... ... (7.2)

پریشر ایک سکیلر مقدار ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ Nm^{-2} ہے، اسے پاسکل (pascal) بھی کہتے ہیں۔ لہٰذا

$$1\ Nm^{-2} = 1\ Pa$$

شکل 7.9: بلبلے کے اندر ہوا کا پریشر اسٹما سفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

7.4 اسٹما سفیرک پریشر (Atmospheric Pressure)

زمین کو ہوا کے غلاف نے گھیر رکھا ہے جسے اسٹما سفیئر (کرہ ہوائی) کہتے ہیں۔ یہ سطح سمندر کے اوپر چند سو کلومیٹر تک پھیلا ہوا ہے۔ جس طرح کچھ مخصوص سمندری مخلوقات سمندر کی تہ میں رہتی ہیں بالکل اسی طرح ہم ہوا کے ایک بہت بڑے سمندر کی تہ میں رہتے ہیں۔ ہوا گیسز کا مکسچر ہے۔ اسٹما سفیئر میں ہوا کی ڈینسٹی ایک جیسی نہیں ہے۔ جیسے جیسے ہم بلندی کی طرف جائیں یہ مسلسل کم ہوتی چلی جاتی ہے۔

اسٹما سفیرک پریشر ہر سمت میں عمل کرتا ہے۔ شکل (7.9) پر غور کیجیے۔ لڑکی کیا کر رہی ہے؟ صابن کے بلبلے پھیلتے ہیں یہاں تک کہ ان کے اندر ہوا کا پریشر اسٹما سفیرک پریشر کے برابر ہوتا جاتا ہے۔ صابن کے بلبلوں کی شکل سفیریکل کیوں ہوتی ہے؟ کیا آپ اس سے یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ اسٹما سفیرک پریشر بلبلے کے تمام اطراف سے یکساں عمل کرتا ہے؟

شکل 7.10: غبارے کے اندر ہوا کا پریشر اسٹما سفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

جب ہم کسی غبارے میں ہوا بھرتے ہیں تو وہ پھیل جاتا ہے۔ غبارہ کس سمت میں پھیلتا ہے؟ یہ حقیقت کہ اسٹما سفیئر پریشر ڈالتا ہے، ایک سادہ تجربے سے

بیان کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ (Experiment)

شکل 7.11: ٹن پچکنے والا تجربہ

ایک ڈھکن والا خالی ٹین کا ڈبہ لیں۔ اس کا ڈھکن اتاریں اور اس میں تھوڑا سا پانی ڈالیں۔ اسے آگ کے اوپر رکھیں اور انتظار کریں یہاں تک کہ پانی ابل جائے اور بھاپ ڈبے میں موجود ہوا کو باہر نکال دے۔ اسے آگ سے اتار لیں۔ ڈبے کو ڈھکن لگا کر مضبوطی سے بند کردیں۔ اب اسے نلکے کے پانی کے نیچے رکھیں۔ ڈبہ اسٹماسفیرک پریشر کی وجہ سے پچک جائے گا۔ کیوں؟

جب ڈبے کو نلکے کے پانی سے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اس کے اندر موجود بھاپ منجمد ہو جاتی ہے۔ بھاپ کے پانی میں تبدیل ہونے پر ڈبے میں خالی جگہ پیدا ہو جاتی ہے۔ جس کی وجہ سے ڈبے کے اندر کا پریشر اس کے باہر کے اسٹماسفیرک پریشر سے کم ہو جاتا ہے۔ جس کے باعث ڈبہ تمام اطراف سے پچک جاتا ہے۔ اس تجربے سے ثابت ہوتا ہے کہ اسٹماسفیئر تمام اطراف سے پریشر ڈالتا ہے۔

اس حقیقت کو پلاسٹک کی خالی بوتل میں سے ہوا باہر کھینچنے پر پچکنے کے عملی مظاہرہ سے بھی دکھایا جاسکتا ہے۔

اسٹماسفیرک پریشر کی پیمائش
(Measuring Atmospheric Pressure)

شکل 7.12: ایک مرکری بیرومیٹر

سطح سمندر پر اسٹماسفیرک پریشر تقریباً 101,300 پاسکل یعنی $101,300\ Nm^{-2}$ ہوتا ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹرز کہتے ہیں۔ مرکری بیرومیٹر ایک سادہ بیرومیٹر کی مثال ہے۔ یہ ایک طرف سے بند ایک میٹر لمبی شیشے کی ٹیوب پر مشتمل ہوتا ہے۔ اسے مرکری سے بھرنے کے بعد ایک مرکری کے برتن (trough) میں عموداً الٹا کر دیا جاتا ہے۔ شیشے کی ٹیوب میں مرکری کی سطح نیچے گرتے ہوئے ایک خاص سطح پر رک جاتی ہے۔ ٹیوب میں مرکری کا کالم اس کی بنیاد (base) پر دباؤ ڈالتا ہے۔ سطح سمندر پر مرکری کالم کی بلندی تقریباً 76 cm ہوتی ہے۔ 76 cm بلند مرکری کالم کا پریشر تقریباً $101,300\ Nm^{-2}$ اسٹماسفیرک

پریشر کے برابر ہوتا ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر کو عموماً مرکری کالم کی بلندی کے لحاظ سے ماپا جاتا ہے۔ چونکہ کسی جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر ایک جیسا نہیں رہتا لہٰذا مرکری کالم کی بلندی اسٹماسفیرک پریشر کے بدلنے سے تبدیل ہوتی رہتی ہے۔

مرکری پانی سے 13.6 گنا زیادہ کثیف (بھاری) ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر کسی جگہ مرکری کے کالم کی بہ نسبت پانی کے 13.6 گنا بلند کالم کو عموداً سہارا دے سکتا ہے۔ پس سطحِ سمندر پر پانی کے کالم کی عموداً بلندی $0.76\ m \times 13.6 = 10.34\ m$ ہوگی۔ لہٰذا پانی کے بیرومیٹر کے بنانے کے لیے 10 m سے زیادہ لمبی شیشے کی ٹیوب درکار ہوگی۔

اسٹماسفیرک پریشر میں تبدیلی

(Variation in Atmospheric Pressure)

جوں جوں ہم بلندی کی طرف جاتے ہیں، اسٹماسفیرک پریشر کم ہوتا چلا جاتا ہے۔ پہاڑوں پر سطحِ سمندر کی بہ نسبت اسٹماسفیرک پریشر کم ہوتا ہے۔ 30 کلومیٹر کی بلندی پر اسٹماسفیرک پریشر 7 mm مرکری کے مساوی ہو جاتا ہے جو قریباً 1000 پاسکل پریشر کے برابر ہوتا ہے۔ جس بلندی پر ہوا نہ ہو وہاں یہ صفر ہو جاتا ہے۔ پس کسی جگہ کے اسٹماسفیرک پریشر کی مدد سے ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔

اسٹماسفیرک پریشر موسم میں تبدیلی کی نشان دہی بھی کرتا ہے۔ گرمیوں کے کسی شدید گرم دن میں زمین کے اوپر کی ہوا گرم ہو کر پھیل جاتی ہے جس کی وجہ سے اس علاقے میں اسٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس سردیوں کی سخت سرد رات کو زمین کے اوپر کی ہوا ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ جس سے اسٹماسفیرک پریشر بڑھ جاتا ہے۔

کسی خاص جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی اس جگہ پر موسم میں آنے والی متوقع تبدیلیوں کی نشان دہی کرتی ہے۔ مثال کے طور پر کسی جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر میں بتدریج اوسطاً کمی اس جگہ کے نزدیکی علاقے میں پریشر میں کمی کی نشان دہی کرتی ہے۔ کسی جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر میں معمولی لیکن تیزی سے کمی اس جگہ کے

کیا آپ جانتے ہیں؟

ویکیوم کلینر کا فین اس کی بکٹ (bucket) کا پریشر کم کر دیتا ہے۔ ہوا اور اس میں شامل گرد و غبار ان ٹیک پورٹ (intake port) کے ذریعے اس میں داخل ہو جاتا ہے۔ ہوا میں شامل گرد و غبار کو فلٹر روک دیتا ہے۔ جبکہ ہوا اس میں سے باہر خارج ہو جاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کسی مائع میں ڈوبی بوتل کی نلی (straw) کے دوسرے سرے سے جب ہوا کو کھینچا جائے تو اس نلی میں ہوا کا پریشر کم ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے اسٹماسفیرک پریشر مائع کو نلی میں اوپر کی طرف دھکیلتا ہے۔

نزدیکی علاقے میں آندھی اور بارش کو ظاہر کرتی ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں کمی بارش کے ساتھ ہوا چلنے کا پیش خیمہ ہوتا ہے۔ جبکہ اسٹماسفیرک پریشر میں اچانک کمی کی وجہ کسی علاقے میں چند گھنٹوں کے دوران آندھی، بارش اور طوفان کے امکان کو ظاہر کرتی ہے۔

اس کے برعکس کسی جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر میں زیادتی اور بعد میں کمی شدید موسمی حالات کو ظاہر کرتی ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں بتدریج اضافہ ایک لمبے خوش گوار موسم کی علامت ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں تیزی سے اضافے کا مطلب ہے کہ بعد میں پھر اس میں کمی ہوگی اور آنے والا موسم خراب ہوگا۔

شکل 7.13: بلندی پر مائع کا پریشر

7.5 مائعات میں پریشر (Pressure in Liquids)

مائعات پریشر ڈالتے ہیں۔ مائع کا پریشر تمام اطراف میں عمل کرتا ہے۔ اگر ہم کسی مائع میں پریشر سنسر (پریشر ماپنے والا آلہ) رکھیں تو مائع کا پریشر اس میں ڈبوئے گئے پریشر سنسر کی گہرائی کے ساتھ ساتھ بدلتا رہتا ہے۔

فرض کریں کہ ایریا A کی ایک سطح کسی مائع میں h گہرائی پر ہے، جسے شکل (7.13) میں سایہ دار حصے سے دکھایا گیا ہے۔ اس سطح سے اوپر موجود مائع کے سلنڈر کی لمبائی h ہوگی۔ اس سطح کے اوپر مائع کا وزن w اس سطح پر عمل کرنے والی فورس ہے۔ اگر مائع کی ڈینسٹی ρ اور اس کے اوپر مائع کا ماس m ہو تو

$$m = \text{ڈینسٹی} \times \text{والیوم} \quad \text{مائع کے سلنڈر کا ماس}$$

$$= (A \times h) \times \rho$$

$$F = w = mg \quad \text{ایریا A پر عمل کرنے والی فورس}$$

$$= A h \rho g$$

چونکہ

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{پریشر}$$

$$= \frac{A h \rho g}{A}$$

$$\therefore \quad P = \rho g h \quad \dots (7.3) \quad \text{h گہرائی پر مائع کا پریشر}$$

مساوات (7.3) کی مدد سے ہم ڈینسٹی ρ کے مائع کا گہرائی h پر پریشر معلوم کر سکتے ہیں۔ اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع میں گہرائی بڑھنے سے پریشر بڑھ جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب سرنج کے پسٹن کو باہر کی طرف کھینچا جائے تو ایسا کرنے سے سرنج کے سلنڈر میں پریشر کم ہو جاتا ہے۔ اور بوتل میں موجود مائع سوئی (nozzle) کے ذریعے سرنج کے سلنڈر میں داخل ہو جاتا ہے۔

پاسکل کا قانون (Pascal's Law)

مائع کی سطح پر بیرونی فورس لگانے سے اس کی سطح پر مائع کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ مائع کے پریشر میں اضافہ تمام اطراف میں اور برتن کی دیواروں پر جس میں یہ ڈالا گیا ہے مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔ اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں، جسے یوں بیان کیا جاتا ہے۔

> جب کسی برتن میں موجود مائع کے کسی پوائنٹ پر پریشر لگایا جاتا ہے تو یہ پریشر بغیر کسی کمی کے مائع کے دوسرے تمام حصوں کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔

شکل 7.14: پاسکل کے قانون کا عملی مظاہرہ

اس کا عملی مظاہرہ شیشے کے ایک ایسے برتن کی مدد سے کیا جا سکتا ہے جس کی تمام سطح پر سوراخ ہوں جیسا کہ شکل (7.14) میں دکھایا گیا ہے۔ اس برتن کو پانی سے بھریں اور پسٹن کو دھکیلیں۔ پانی برتن کے تمام سوراخوں سے یکساں پریشر کے ساتھ باہر خارج ہوتا ہے۔ پسٹن پر لگائی گئی فورس پانی پر پریشر ڈالتی ہے۔ یہ پریشر مائع میں تمام اطراف کی جانب مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔

یہ قانون عموماً سیال یعنی مائعات اور گیسز دونوں کے لیے قابل عمل ہے۔

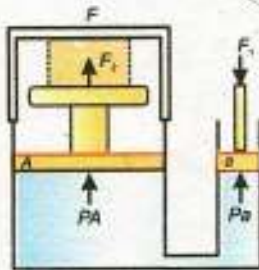
پاسکل کے قانون کا اطلاق (Applications of Pascal's Law)

شکل 7.15: ہائڈرولک مشین

روزمرہ زندگی میں پاسکل کے قانون کا اطلاق بہت سی جگہوں پر ہوتا ہے۔ مثلاً گاڑیوں کے ہائڈرولک بریک سسٹم، ہائڈرولک جیک، ہائڈرولک پریس اور دیگر ہائڈرولک مشینوں میں جیسا کہ شکل (7.15) میں دکھایا گیا ہے۔

ہائڈرولک پریس (Hydraulic Press)

شکل 7.16: ہائڈرولک پریس

ہائڈرولک پریس پاسکل کے قانون پر کام کرتا ہے۔ یہ دو مختلف کراس سیکشنل ایریا کے سلنڈروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل (7.16) میں دکھایا گیا ہے۔ ان سلنڈروں میں پسٹنز لگے ہوتے ہیں۔ فرض کریں ان پسٹنز کا کراس سیکشنل ایریا a اور A ہے۔ جس جسم کو دبانا مقصود ہو اسے بڑے کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر رکھا جاتا ہے۔ چھوٹے کراس سیکشنل ایریا a کے پسٹن پر فورس F_1 لگائی جاتی ہے۔ چھوٹے پسٹن کا پیدا کردہ پریشر P بڑے پسٹن پر مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے اور کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر فورس F_2 لگتی ہے جو F_1 سے کہیں زیادہ ہوتی ہے۔

چھوٹے پسٹن کے ایریا a پر لگنے والا پریشر درج ذیل ہے۔

$$P = \frac{F_1}{a}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق بڑے پسٹن کے ایریا A پر لگنے والا پریشر اور چھوٹے پسٹن پر لگنے والا پریشر یکساں ہوگا۔ لہٰذا

$$P = \frac{F_2}{A}$$

مندرجہ بالا دونوں مساواتوں کا موزانہ کرنے سے

$$\frac{F_2}{A} = \frac{F_1}{a}$$

$$\therefore \quad F_2 = A \times \frac{F_1}{a}$$

یا

$$F_2 = F_1 \times \frac{A}{a} \quad \ldots \ldots \ldots (7.4)$$

چونکہ نسبت $\frac{A}{a}$ ایک سے بڑی ہے لہٰذا بڑے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس F_2 چھوٹے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس F_1 سے بڑی ہے۔ اس طریقے سے کام کرنے والے ہائڈرولک سسٹم کو فورس ملٹی پلائرز کہتے ہیں۔

مثال 7.2

ایک ہائڈرولک پریس میں 100 N کی فورس ایک پمپ کے پسٹن پر لگائی جاتی ہے جس کا کراس سیکشنل ایریا $0.01\ m^2$ ہے۔ زیادہ کراس سیکشنل ایریا $1\ m^2$ کے پسٹن پر رکھی گئی کپاس کی گانٹھ کو دبانے والی فورس معلوم کریں۔

حل

یہاں

$$F_1 = 100N$$

$$a = 0.01\ m^2$$

$$A = 1\ m^2$$

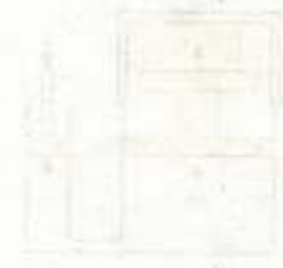
چھوٹے سلنڈر پر پریشر

$$P = \frac{F_1}{a}$$

$$= \frac{100\ N}{0.01\ m^2}$$

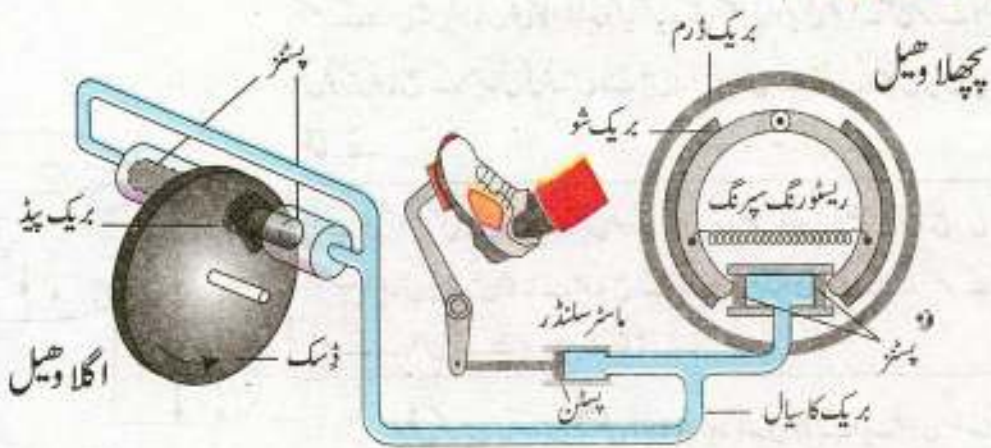
$$= 10000\ Nm^{-2}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق:

$$F_2 = PA$$ گانٹھ پر عمل کرنے والی فورس

$$= 10000\ Nm^{-2} \times 1m^2$$

$$= 10000\ N$$

ہائڈرولک پریس گانٹھ کو 10000 N کی فورس سے دبائے گی۔

گاڑیوں کا بریک سسٹم

شکل 7.17 : کار کی ہائڈرولک بریک

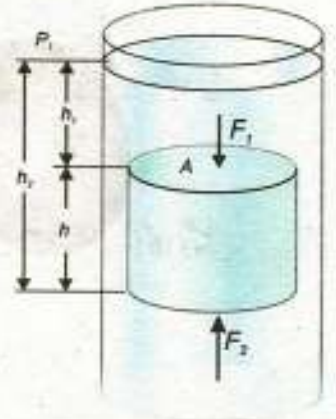
گاڑیوں مثلاً کار، بس، وغیرہ کا بریک سسٹم بھی پاسکل کے قانون کے مطابق کام کرتا ہے۔ شکل (7.17) میں دکھائے گئے بریک سسٹم میں مائع کا پریشر مائع کے اندر ہر طرف مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔ جب بریک کے پیڈل کو نیچے دبایا جاتا ہے تو یہ فورس ماسٹر سلنڈر کو منتقل ہو جاتی ہے۔ اس طرح ماسٹر سلنڈر میں موجود مائع کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ مائع کا پریشر دھاتی پائپوں کے ذریعے دوسرے سلنڈروں کے تمام پسٹنز میں موجود مائع کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔ مائع کے پریشر کے اضافہ کی وجہ سے سلنڈروں میں موجود پسٹنز باہر کی طرف حرکت کرتے ہیں اور بریک پیڈز کو دباتے ہیں جو دب کر بریک ڈرمز (drums) کے ساتھ جا ملتے ہیں۔ بریک پیڈز اور بریک ڈرمز کے درمیان فرکشن کی فورس گاڑی کے پہیوں کو روک دیتی ہے۔

ارشمیدس کا اصول (Archimedes Principle)

گیس سے بھرے غبارے کو جونہی پانی کے اندر چھوڑا جاتا ہے وہ فوراً پانی کی سطح کی جانب اوپر اٹھتا ہے۔ اسی طرح کسی لکڑی کے ٹکڑے کو پانی کے اندر

چھوڑنے پر لکڑی کا ٹکڑا ابھی اوپر پانی کی سطح کی جانب اٹھے گا۔ آپ نے مشاہدہ کیا ہوگا کہ پانی سے بھرا مگ (mug) پانی کے اندر ہلکا محسوس ہوتا ہے۔ لیکن جونہی ہم اسے پانی سے باہر نکالتے ہیں وہ بھاری محسوس ہوتا ہے۔

دو ہزار سال سے زائد عرصہ قبل مسیح، یونانی سائنس دان ارشمیدس نے مشاہدہ کیا کہ مائع کے اندر موجود جسم پر اوپر کی طرف ایک فورس عمل کرتی ہے۔ نتیجتاً جسم کے وزن میں نمایاں کمی کا مشاہدہ کیا گیا۔ کسی جسم پر اوپر کی طرف عمل کرنے والی اس فورس کو مائع کے اچھال کی فورس کہتے ہیں۔ ارشمیدس کے قانون کو یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔

جب کسی جسم کو کسی مائع کے اندر مکمل طور پر یا کسی حد تک ڈبویا جاتا ہے تو مائع اس جسم پر اچھال کی فورس لگاتا ہے جو مائع کے وزن کے مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈبونے سے اس جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے۔

شکل 7.18: مائع میں ڈبوئے گئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ کراس سیکشنل ایریا A اور بلندی h کے ایک ٹھوس سلنڈر کو پانی میں ڈبویا گیا ہے۔ جیسا کہ شکل (7.18) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی اور نچلی سطحوں کی مائع کی سطح سے گہرائی بالترتیب h_1 اور h_2 ہے۔ پس

$$h_2 - h_1 = h$$

اگر h_1 اور h_2 گہرائیوں پر مائع کا پریشر بالترتیب P_1 اور P_2 ہو اور مائع کی ڈینسٹی ρ ہو تو مساوات (7.3) کے مطابق:

$$P_1 = \rho g h_1$$
$$P_2 = \rho g h_2$$

فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی سطح پر مائع کے پریشر P_1 سے لگنے والی فورس F_1 اور سلنڈر کی نچلی سطح پر مائع کے پریشر P_2 سے لگنے والی فورس F_2 ہے۔ پس

$$F_1 = P_1 A = \rho g h_1 A$$

اور

$$F_2 = P_2 A = \rho g h_2 A$$

فورسز F_1 اور F_2 سلنڈر کی مخالف سطحوں پر لگ رہی ہیں۔ سلنڈر پر لگنے والی حاصل فورس F درحقیقت $F_2 - F_1$ ہے اور اس کی سمت فورس F_2 کی طرف ہوگی۔ سلنڈر پر لگنے والی یہ حاصل فورس F مائع کی اچھال کی فورس کہلاتی ہے۔

$$\therefore \quad F_2 - F_1 = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A$$

$$= \rho g A (h_2 - h_1)$$

یا مائع کے اچھال کی فورس $= \rho g A h \quad \dots \dots \dots (7.5)$

یا $= \rho g V \quad \dots \dots \dots (7.6)$

ہائیڈرومیٹر شیشے کی ایک ٹیوب ہے جس کے اوپر پیمانہ بنا ہوتا ہے اور اس کے نچلے سرے پر بھاری وزن ہوتا ہے۔ جس مائع کی ڈینسٹی معلوم کرنا مطلوب ہو اس میں اس کو کسی حد تک ڈبو دیا جاتا ہے۔ ہائیڈرومیٹر کی ایک قسم سے بیٹری کے تیزاب کی ارتکازی طاقت معلوم کی جاتی ہے۔ اسے ایسڈ میٹر کہتے ہیں۔

یہاں Ah سلنڈر کا والیوم V ہے اور یہ مائع کا وہ والیوم ہے جو سلنڈر کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے ہٹ گیا تھا۔ پس ρgV اپنی جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کا وزن ہے۔ مساوات (7.6) سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع میں ڈبوئے گئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس اس جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے اور یہی ارشمیدس کا اصول ہے۔

مثال 7.3

ایک لکڑی کا کیوب جس کے ہر ضلع کی لمبائی 10 cm ہے۔ پانی میں مکمل طور پر ڈوبا ہوا ہے۔ اس پر پانی کے اچھال کی فورس معلوم کریں۔

حل

سائیڈ کی لمبائی $L = 10\ \text{cm} = 0.1\ \text{m}$

والیوم $V = L^3 = (0.1\ \text{m})^3 = 1 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

پانی کی ڈینسٹی $\rho = 1000\ \text{kgm}^{-3}$

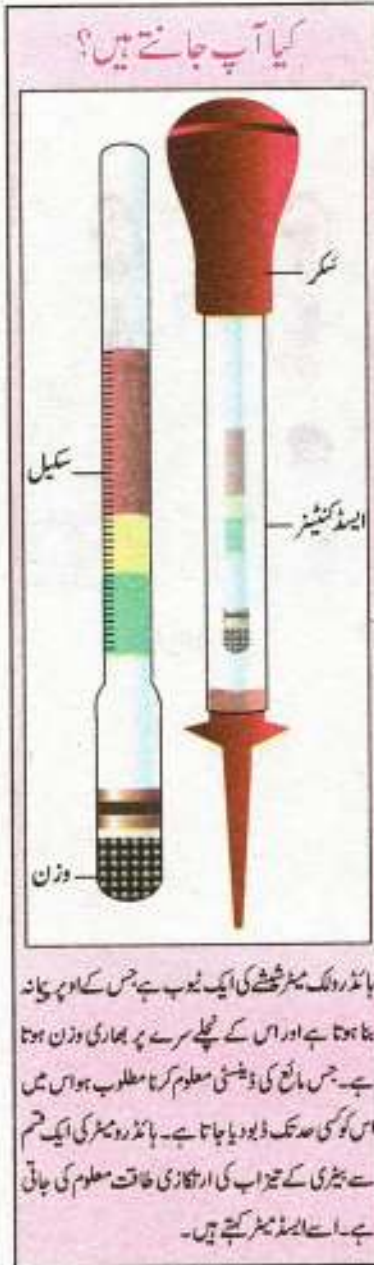
پانی کی اچھال کی فورس $= \rho g V$

$= 1000\ \text{kgm}^{-3} \times 10\text{m s}^{-2} \times 1 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

$= 10\ \text{N}$

پس لکڑی کے کیوب پر پانی کے اچھال کی فورس 10 N ہے۔

کسی جسم کی ڈینسٹی (Density of an Object)

ارشمیدس کے قانون سے ہم کسی جسم کی ڈینسٹی بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ جسم

کے وزن اور مائع میں ان کے برابر والیوم کے وزن میں نسبت ان کی ڈینسٹیز کی نسبت کے مساوی ہوتی ہے۔

فرض کریں D = جسم کی ڈینسٹی

ρ = مائع کی ڈینسٹی

w_1 = جسم کا وزن

$w = w_1 - w_2$ = مائع کے برابر والیوم کا وزن

یہاں پر w_2 سے مراد مائع میں ٹھوس جسم کا وزن ہے۔ ارشمیدس کے اصول کے مطابق w_2 اپنے اصل وزن w_1 سے w مقدار کم ہوتا ہے۔

لہٰذا
$$\frac{D}{\rho} = \frac{w_1}{w}$$

$$D = \frac{w_1}{w} \times \rho$$

یا
$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho \quad \ldots\ldots (7.7)$$

پس ٹھوس جسم کا ہوا میں وزن w_1 اور پانی میں وزن w_2 معلوم ہونے پر ہم مساوات (7.7) کی مدد سے ٹھوس جسم کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں۔ جیسا کہ درج ذیل مثال میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 7.19

مثال 7.4

ہوا میں دھاتی چمچ کا وزن 0.48 N ہے جبکہ پانی میں اس کا وزن 0.42 N ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

حل

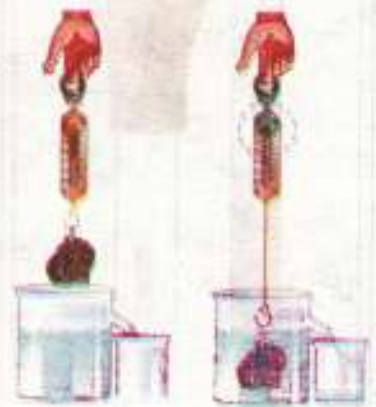
چمچ کا وزن $w_1 = 0.48\ N$

پانی میں چمچ کا وزن $w_2 = 0.42\ N$

پانی کی ڈینسٹی $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

$D = ?$

مساوات (7.7) کو استعمال کرنے سے

$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho$$

$$= \frac{0.48\,N}{0.48\,N - 0.42\,N} \times 1000\ kg\ m^{-3}$$

$$= 8000\ kg\ m^{-3}$$

پس دھاتی چمچ کی ڈینسٹی $8000\ kgm^{-3}$ ہے۔

7.7 تیرنے کا اصول (Principle of Floatation)

اگر جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی مائع کے اچھال کی فورس سے زیادہ ہو تو جسم مائع کے اندر ڈوب جاتا ہے۔ اگر جسم کا وزن اچھال کی فورس کے برابر یا کم ہو تو جسم مائع کی سطح پر تیرنے لگتا ہے۔ جب جسم کسی مائع میں تیرتا ہے تو اس پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس جسم کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔ اچھال کی فورس مائع کے اس وزن کے ہمیشہ مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے، اسے تیرنے کا اصول کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> کسی مائع میں تیرنے والا جسم اپنے وزن کے مساوی وزن کا مائع اپنی جگہ سے پرے ہٹاتا ہے۔

ارشمیدس کے اصول کا اطلاق مائعات اور گیسز دونوں پر ہوتا ہے۔ ہم اپنی روزمرہ زندگی میں اس اصول کے استعمال کی بے شمار مثالیں ملاحظہ کرتے ہیں۔

مثال 7.5

ایک خالی میٹرولوجیکل غبارے کا وزن 80 N ہے۔ اس میں $10\ m^3$ ہائڈروجن گیس بھری جاتی ہے۔ بتائیے یہ غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ اور کتنا وزن اٹھا سکتا ہے؟ ہائڈروجن کی ڈینسٹی $0.09\ kgm^{-3}$ اور ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔

حل

غبارے کا وزن $w = 80\ N$

ہائڈروجن کا والیوم $V = 10^3\ m^3$

ہائڈروجن کی ڈینسٹی $\rho_1 = 0.09\ kgm^{-3}$

ہائڈروجن کا وزن $w_1 = ?$

ہوا کی ڈینسٹی $\rho_2 = 1.3\ kgm^{-3}$

اشیا کا وزن $w_2 = ?$

اچھال کی فورس $F =$ ہٹائی گئی ہوا کا وزن

$$= \rho_2 V g$$

$$= 1.3\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$$

$$= 130\ N$$

ہائڈروجن کا وزن $w_1 = \rho_1 V g$

$$= 0.09\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$$

$$= 9\ N$$

اٹھائے جانے والا کل وزن $= w + w_1 + w_2$

اشیا کو اٹھانے کے لیے غبارے کا کل وزن فورس F سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

پس $w + w_1 + w_2 = F$

یا $80\ N + 9\ N + w_2 = 130\ N$

$$w_2 = 130\ N - 89\ N$$

$$= 41\ N$$

پس غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ 41 N کا وزن اٹھا سکتا ہے۔

بحری جہاز اور آبدوزیں (Ships and Submarines)

شکل 7.20: پانی پر تیرتا ہوا بحری جہاز۔

لکڑی کا تختہ پانی پر تیرتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ جسم کے والیوم کے مساوی مائع کا وزن، جسم کے وزن سے زیادہ ہوتا ہے۔ تیرنے کے اصول کے مطابق کوئی جسم اس وقت پانی میں تیرتا ہے جب وہ جسم پانی میں مکمل یا نامکمل حد تک ڈوبنے کی صورت میں اپنے وزن کے مساوی وزن کا پانی اپنی جگہ سے ہٹادے۔

بحری جہاز اور کشتیوں کے ڈیزائن تیرنے کے اصول کے مطابق بنائے جاتے ہیں۔ یہ مسافروں کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ پانی میں اس وقت ڈوبتی ہیں جب ان کا اور ان پر سوار مسافروں اور سامان کا وزن پانی کی اچھال کی فورس سے زیادہ ہو۔

شکل 7.21: پانی میں چلتی ہوئی آبدوز۔

آبدوز پانی کی سطح پر تیرنے کے علاوہ پانی کے اندر بھی سفر کر سکتی ہے۔ یہ بھی تیرنے کے اصول کے مطابق چلتی ہے۔ یہ پانی کی سطح پر اس وقت تیرتی ہے جب

اس کے والیوم کے مساوی پانی کا وزن اس کے اپنے وزن سے زیادہ ہوتا ہے۔ اس حالت میں یہ بحری جہاز کی مانند ہوتی ہے اور اس کا کچھ حصہ پانی کی سطح سے باہر ہوتا ہے۔ اس میں ٹینک لگے ہوتے ہیں جنھیں سمندری پانی سے بھرا اور خالی کیا جا سکتا ہے۔ ٹینکوں میں سمندری پانی بھرنے پر آبدوز کا وزن بڑھ جاتا ہے اور جونہی اس کا وزن اس پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس سے زیادہ ہوتا ہے یہ پانی میں غوطہ لگاتی ہے اور پانی کے نیچے چلی جاتی ہے۔ پانی کی سطح پر واپس لانے کے لیے ٹینکوں میں بھرا سمندری پانی خارج کر دیا جاتا ہے۔

مثال 7.6

ایک 40 m لمبا اور 8 m چوڑا بجرا (barge) جس کی دیواریں عمودی ہیں پانی میں تیرتا ہے۔ مزید 125000 N کارگو کے اضافہ سے وہ کتنا ڈوبے گا؟

حل

بجرے کا ایریا $A = 40\ \text{m} \times 8\ \text{m}$

$= 320\ \text{m}^2$

اضافی اٹھایا گیا وزن $w = 125000\ \text{N}$

پانی کے اچھال میں ہونے والا اضافہ مزید کارگو کے وزن کے مساوی ہونا چاہیے۔

پس $F = \rho V g$

چونکہ $F = w$

اس لیے $\rho V g = w$

یا $1000\ \text{kg m}^{-3} \times V \times 10\ \text{ms}^{-2} = 125000\ \text{N}$

$V = 12.5\ \text{m}^3$

گہرائی جس تک بجرا ڈوبتا ہے $h = \frac{V}{A}$

$$h = \frac{12.5\ \text{m}^3}{320\ \text{m}^2}$$

$= 0.04\ \text{m}$

$= 4\ \text{cm}$

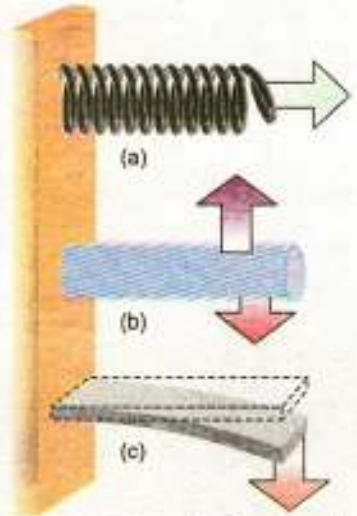
پس اضافی کارگو 125000 N سے بجرا مزید 4 cm پانی میں ڈوب جائے گا۔

7.8 ایلاسٹیسٹی (Elasticity)

ہم جانتے ہیں کہ جب کسی ربر بینڈ کو کھینچا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ بالکل اسی طرح جب کسی جسم کو سپرنگ بیلنس پر رکھا جائے تو

سپرنگ بیلنس کا پوائنٹر نیچے آ جاتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ سپرنگ بیلنس کے ساتھ لٹکائے گئے وزن کے باعث سپرنگ بیلنس کے اندر لگے سپرنگ کی لمبائی بڑھ جاتی ہے۔ شکل (7.22) میں دکھائی گئی تصویر کو دیکھیے۔ اجسام پر لگنے والی فورسز کی وجہ سے انھیں کیا ہوگا؟

ایسی فورس جو کسی شے کی شکل، لمبائی یا والیوم میں تبدیلی پیدا کرے ڈیفارمنگ فورس (deforming force) کہلاتی ہے۔ اکثر صورتوں میں اجسام ڈیفارمنگ فورس کے ہٹانے سے اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آتے ہیں۔

> کسی جسم کی ایسی خاصیت جس میں وہ ڈیفارمنگ فورس کے ختم ہونے پر اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آئے، ایلاسٹیسٹی کہلاتی ہے۔

شکل 7.22 (a) فورس کی وجہ سے کھینچا ہوا سپرنگ (b) کپل کی وجہ سے پیدا ہونے والی ٹارک کے باعث مروڑا ہوا راڈ (c) فورس سے مڑی ہوئی سٹرپ

سٹریس (Stress)

سٹریس کا تعلق ایسی فورس سے ہے جو جسم میں بگاڑ پیدا کرتی ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> وہ فورس جو کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کر کے اس کی شکل میں بگاڑ پیدا کرے، سٹریس کہلاتی ہے۔

$$\text{سٹریس} = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}} \quad \text{پس} \qquad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ (7.8)$$

سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سٹریس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر (Nm^{-2}) ہے۔

سٹرین (Strain)

سٹریس کی وجہ سے کسی جسم کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ سٹریس کی وجہ سے جسم کی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی کی نسبت کو سٹرین کہتے ہیں۔ اگر سٹرین کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی پیدا کرے تو ایسی سٹرین کو ٹینسائل سٹرین (tensile strain) کہتے ہیں۔

$$\text{ٹینسائل سٹرین} = \frac{\text{لمبائی میں تبدیلی}}{\text{اصلی لمبائی}} \qquad \ldots\ \ldots\ \ldots\ (7.9)$$

سٹرین کا یونٹ نہیں ہوتا کیونکہ یہ دو ایک جیسی مقداروں کے درمیان نسبت ہے۔

7.9 ہک کا قانون (Hooke's Law)

شکل 7.23: سپرنگ کی لمبائی میں اضافے کا انحصار وزن پر ہوتا ہے۔

شکل 7.24: فورس اور لمبائی میں اضافے کے درمیان گراف۔

مشاہدات سے پتا چلتا ہے کہ کسی جسم کی لمبائی، والیوم یا شکل میں بگاڑ اس پر لگائی جانے والی سٹریس پر منحصر ہوتا ہے۔ ہک کے قانون کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> ایلاسٹک لمٹ کے اندر کسی بھی جسم میں پیدا شدہ سٹرین اس پر لگائی جانے والی سٹریس کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔

سٹرین ∝ سٹریس   پس

سٹرین × کونسٹنٹ = سٹریس

$$\frac{\text{سٹریس}}{\text{سٹرین}} = \text{کونسٹنٹ} \quad \ldots \ldots \quad (7.10)$$

ہک کا قانون ایک مخصوص ایلاسٹک لمٹ کے اندر مادہ کی تمام اقسام یعنی ٹھوس، مائعات، اور گیسز کے اندر بگاڑ پیدا کرنے کے لیے لاگو ہوتا ہے۔ ایلاسٹک لمٹ سے پتا چلتا ہے کہ کسی جسم پر احتیاطاً کتنی سٹریس لگائی جا سکتی ہے کہ اس کی لمبائی، والیوم یا شکل میں مستقل بگاڑ پیدا نہ ہو۔ دوسرے الفاظ میں یہ وہ لمٹ ہے جس کے اندر جب جسم پر سے ڈیفارمنگ فورس کو ہٹایا جائے تو جسم اپنی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں واپس لوٹ آتا ہے۔ جب سٹریس اس لمٹ یعنی ایلاسٹک لمٹ کی حد سے گزر جائے تو جسم میں مستقل بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے اور سٹریس ہٹانے کے باوجود وہ اپنی ابتدائی حالت میں واپس نہیں آتا۔

ینگز موڈولس (Young's Modulus)

فرض کریں کہ ایک سلاخ کی لمبائی L_o اور کراس سیکشنل ایریا A ہے۔ سلاخ کو وزن W کے برابر ایک بیرونی فورس F سے کھینچا جاتا ہے اور کھینچنے پر اس کی لمبائی L ہو جاتی ہے۔

> ہک کے قانون کے مطابق جسم کی ایلاسٹک لمٹ کے اندر اس سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کی نسبت کونسٹنٹ ہوگی۔ سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کی اس نسبت کو ینگز موڈولس کہتے ہیں۔

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے۔

$$\text{ینگز موڈولس } Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}} \quad \ldots \ldots (7.11)$$

فرض کریں کہ سلاخ کی لمبائی میں تبدیلی ΔL ہے۔ پس

$$\Delta L = L - L_o$$

چونکہ
$$\text{سٹریس} = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}} = \frac{F}{A}$$

اور
$$\text{ٹینسائل سٹرین} = \frac{L - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

چونکہ
$$Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}}$$

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_o}{\Delta L}$$

$$\therefore \quad Y = \frac{F L_o}{A \Delta L} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (7.12)$$

سسٹم انٹرنیشنل میں ینگز موڈولس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر (Nm^{-2}) ہے۔ چند عام میٹیریلز کے ینگز موڈولس ٹیبل (7.2) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 7.2: چند عام میٹیریلز کے ینگز موڈولس

میٹیریل	ینگز موڈولس $\times 10^9 Nm^{-2}$
ایلومینیم	70
ہڈی	0.02
پیتل	91
کاپر	110
ہیرا	1120
شیشہ	60
لوہا	190
سیسہ	16
نکل	200
ربڑ	0.0007
سٹیل	200
ٹنگسٹن	400
لکڑی (متوازی حاصل کردہ)	10
لکڑی (عمودی حاصل کردہ)	1

مثال 7.7

1 میٹر لمبی سٹیل کی تار کے $5 \times 10^{-5} m^2$ کراس سیکشنل ایریا پر 10,000 N فورس لگانے سے اس کی لمبائی میں 1 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ سٹیل کی تار کا ینگز موڈولس معلوم کریں۔

حل

فورس $F = 10{,}000 \text{ N}$

لمبائی $L_o = 1\text{m}$

لمبائی میں اضافہ $\Delta L = 1\text{mm} = 0.001\text{m}$

کراس سیکشن ایریا $A = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

چونکہ
$$Y = \frac{F L_o}{A \Delta L}$$

اس لیے
$$Y = \frac{10000 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{5 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \times 0.001 \text{ m}}$$

$$Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$$

پس سٹیل کی تار کا ینگز موڈولس $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ہے۔

خلاصہ

- کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی تینوں حالتوں کو ذیل میں دی گئی خصوصیات کو مدنظر رکھتے ہوئے بیان کرتا ہے۔
  - مادہ ذرات سے مل کر بنا ہے جنھیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ہر وقت حرکت کرتے رہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔
- انتہائی شدید ٹمپریچر پر ایٹمز اور مالیکیولز کے درمیان ٹکراؤ کے نتیجے میں الیکٹرون خارج ہو جاتے ہیں۔ ایٹمز پوزیٹیو آئنز میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ مادہ کی اس آئنی حالت کو مادہ کی چوتھی حالت، پلازما کہتے ہیں۔
- کسی شے کے ماس اور والیوم کی نسبت کو ڈینسٹی کہتے ہیں۔ پانی کی ڈینسٹی $1000\ kgm^{-3}$ ہے۔
- یونٹ ایریا پر لگائی جانے والی عمودی فورس، پریشر کہلاتی ہے۔ اس کا SI یونٹ Nm^{-2} یا پاسکل (Pa) ہے۔
- ایٹما سفیرک پریشر تمام سمتوں میں عمل کرتا ہے۔
- ایٹما سفیرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹرز کہتے ہیں۔
- جوں جوں ہم بلندی کی طرف جائیں، ایٹما سفیرک پریشر کم ہوتا جاتا ہے۔ پس کسی جگہ کا ایٹما سفیرک پریشر معلوم ہونے پر ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔
- کسی مخصوص جگہ کے ایٹما سفیرک پریشر میں تبدیلی اس جگہ کے موسم میں متوقع تبدیلیوں کی نشان دہی کرتی ہے۔
- مائعات بھی پریشر ڈالتے ہیں جسے $P = \rho gh$ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔
- مائعات تمام سمتوں میں مساوی طور پر پریشر منتقل کرتے ہیں، اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں۔
- جب کسی جسم کو مکمل طور پر یا کسی حد تک مائع میں ڈبویا جائے تو اس کے وزن میں ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے مساوی کمی ہو جاتی ہے۔ اسے ارشمیدس کا اصول کہتے ہیں۔
- کسی جسم کے تیرنے کے لیے ضروری ہے کہ اس جسم کا وزن اس کے اوپر لگنے والی مائع کی اچھال کی فورس کے برابر یا کم ہو۔
- ایلاسٹیسٹی مادہ کی وہ خاصیت ہے جس میں مادہ اس فورس کے خلاف مزاحمت پیش کرتا ہے جو اس کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی کرنے کی کوشش کرتی ہے۔
- کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کرنے والی ڈیفارمنگ فورس، سٹریس کہلاتی ہے۔
- کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی اور اصل لمبائی کی نسبت کو ٹینسائل سٹرین کہتے ہیں۔
- سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کے درمیان نسبت کو ینگز موڈولس کہتے ہیں۔

سوالات

7.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) مادہ کی کون سی حالت میں مالیکیولز اپنی پوزیشن نہیں چھوڑتے؟
(a) ٹھوس (b) مائع (c) گیس (d) پلازما

(ii) کون سی شے (دھات) سب سے ہلکی ہے؟
(a) کاپر (b) مرکری (c) ایلومینیم (d) سیسہ

(iii) سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ پاسکل ہے اور ایک پاسکل برابر ہوتا ہے:
(a) 10^4 Nm^{-2} (b) 1 Nm^{-2}
(c) 10^2 Nm^{-2} (d) 10^3 Nm^{-2}

(iv) پانی کا بیرومیٹر بنانے کے لیے شیشے کی ٹیوب کی لمبائی اندازاً کتنی ہونی چاہیے؟
(a) 0.5 m (b) 1 m
(c) 2.5 m (d) 11 m

(v) ارشمیدس کے اصول کے مطابق اچھال کی فورس برابر ہوتی ہے:
(a) ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے
(b) ہٹ جانے والے مائع کے والیوم کے
(c) ہٹ جانے والے مائع کے ماس کے
(d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(vi) کسی شے کی ڈینسٹی معلوم کی جاسکتی ہے۔
(a) پاسکل کے قانون کی مدد سے
(b) ہک کے قانون کی مدد سے
(c) ارشمیدس کے اصول کی مدد سے
(d) تیرنے کے اصول کی مدد سے

(vii) ہک کے قانون کے مطابق:
(a) کونسٹنٹ = سٹرین x سٹریس
(b) کونسٹنٹ = سٹرین / سٹریس
(c) کونسٹنٹ = سٹریس / سٹرین
(d) سٹرین = سٹریس

نیچے دیے گئے کسی سپرنگ کے فورس - ایکسٹینشن گراف کو ایک ہی سکیل پر بنایا گیا ہے۔

(a) (b) (c) (d)

(viii) کون سے گراف پر ہک کا قانون لاگو نہیں ہوتا؟
(a) (b) (c) (d)

(ix) کون سے گراف میں سپرنگ کونسٹنٹ کی قیمت سب سے کم ہے؟
(a) (b) (c) (d)

(x) کون سے گراف میں سپرنگ کونسٹنٹ کی قیمت سب سے زیادہ ہے؟
(a) (b) (c) (d)

7.2 مادہ کی تینوں حالتوں میں تفریق کرنے کے لیے کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ کس طرح معاون ثابت ہوتا ہے؟

7.3 کیا مادہ کی چوتھی حالت پائی جاتی ہے؟ اگر ہاں تو وہ کون سی ہے؟

7.4 ڈینسٹی سے کیا مراد ہے؟ سسٹم انٹرنیشنل میں اس کا یونٹ کیا ہے؟

7.5 کیا ہم ہائیڈرومیٹر کی مدد سے دودھ کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں؟

7.6 پریشر کی اصطلاح کی تعریف کریں۔

7.7 ثابت کریں کہ ایٹماسفیئر پریشر ڈالتا ہے۔

7.8 غبارے سے ہوا نکالنا انتہائی آسان ہے۔ لیکن کسی شیشے کی بوتل میں سے ہوا خارج کرنا انتہائی مشکل ہوتا ہے۔ کیوں؟

7.9 بیرومیٹر کیا ہوتا ہے؟

7.10 پانی کو بیرومیٹر میں استعمال کرنا کیوں موزوں نہیں ہوتا؟

7.11 کون سی چیز سکر (sucker) کو ہموار دیوار کے ساتھ چپکائے رکھتی ہے؟

7.12 ایٹماسفیرک پریشر بلندی کے ساتھ کیوں بدل جاتا ہے؟

7.13 کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر کا ایک دم کم ہونا کیا ظاہر کرتا ہے؟

7.14 اگر بیرومیٹر کی ریڈنگ میں یک دم اضافہ ہو جائے تو موسم میں کون سی تبدیلیاں متوقع ہوتی ہیں؟

7.15 پاسکل کے قانون کی تعریف کریں۔

7.16 ہائیڈرولک پریس کے کام کرنے کی وضاحت کریں۔

7.17 ایلاسٹیسٹی سے کیا مراد ہے؟

7.18 ارشمیدس کے اصول کی تعریف کریں۔

7.19 اچھال کی فورس سے کیا مراد ہے؟ تیرنے کے اصول کی وضاحت کریں۔

7.20 وضاحت کریں کہ آبدوز پانی کی سطح پر اور پانی کے اندر کس طرح چلتی ہے؟

7.21 پتھر کا ٹکڑا پانی میں ڈوب جاتا ہے لیکن ایک انتہائی بھاری بحری جہاز پانی پر تیرتا رہتا ہے۔ کیوں؟

7.22 ہک کا قانون کیا ہے؟ ایلاسٹک لمٹ سے کیا مراد ہے؟

7.23 ایک ربڑ بینڈ لیں۔ ربڑ بینڈ کو استعمال کرتے ہوئے اپنے خود کا ایک بیلنس بنائیے۔ اس پر مختلف اشیا کو ماپ کر اس کی درستی چیک کریں۔

مشقی سوالات

7.1 40 cm x 10 cm x 5 cm پیمائش کے ایک لکڑی کے ٹکڑے کا ماس 850 g ہے۔ لکڑی کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ ($425\ kgm^{-3}$)

7.2 1 لٹر پانی جمانے پر بننے والی برف کا والیوم کتنا ہوگا؟ (1.09 لٹر)

7.3 درج ذیل اجسام کا والیوم معلوم کریں۔

(i) 5 کلوگرام ماس کے لوہے کے گولے کا جبکہ لوہے کی ڈینسٹی $8200\ kgm^{-3}$ ہے۔

($6.1 \times 10^{-4}\ m^3$)

(ii) 200 گرام لیڈ کے ٹکڑے کا جس کی ڈینسٹی

$11300\ kgm^{-3}$ ہے۔

$(1.77 \times 10^{-5}\ m^3)$

(iii) 0.2 کلوگرام ماس کی سونے کی سلاخ کا جبکہ سونے کی ڈینسٹی $19300\ kgm^{-3}$ ہے۔

$(1.04 \times 10^{-5}\ m^3)$

7.4 ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔ 8mx5mx4m پیمائش کے کمرے میں موجود ہوا کا ماس معلوم کریں۔

(208 kg)

7.5 ایک طالب علم اپنے انگوٹھے سے 75 N کی فورس لگا کر اپنی ہتھیلی کو دباتا ہے۔ اس کے انگوٹھے کے نیچے $1.5\ cm^2$ کے ایریا پر لگنے والا پریشر کتنا ہوگا؟

$(5 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.6 ایک پن کا بالائی سرا مربع نما ہے، جس کی ایک سائیڈ 10 mm ہے۔ اس پر لگنے والی 20 N کی فورس سے پیدا ہونے والا پریشر معلوم کریں۔

$(2 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.7 1000 گرام ماس اور 20cm x 7.5cm x 7.5cm پیمائش کا لکڑی کا ایک یونیفارم مستطیلی بلاک افقی سطح پر اپنے لمبے کنارے کے رخ عموداً کھڑا ہے۔ معلوم کریں۔

(i) لکڑی کے بلاک کی سطح پر پریشر

(ii) لکڑی کی ڈینسٹی

$(1778\ Nm^{-2},\ 889\ kgm^{-3})$

7.8 5 سینٹی میٹر سائیڈ کے ایک شیشے کے کیوب کا ماس 306 g ہے اور اس کے اندر کیویٹی (سوراخ) پائی جاتی ہے۔ اگر شیشے کی ڈینسٹی $2.55\ gcm^{-3}$ ہو تو اس کیویٹی کا والیوم معلوم کریں۔

$(5\ cm^3)$

7.9 ایک جسم کا ہوا میں وزن 18 N ہے۔ جب اس کو پانی میں ڈبویا جائے تو اس کا وزن 11.4 N ہو جاتا ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ جسم کس میٹیریل کا بنا ہوا ہے؟

($2727\ kgm^{-3}$, ایلومینیم)

7.10 لکڑی کا ایک ٹھوس بلاک جس کی ڈینسٹی $6\ gcm^{-3}$ ہے کا ہوا میں وزن 3.06 N ہے۔ معلوم کریں۔ (a) بلاک کا والیوم (b) بلاک کے اس حصہ کا والیوم جو $0.9\ gcm^{-3}$ ڈینسٹی کے مائع میں آزاد چھوڑنے پر ڈوبتا ہے۔

$(510.4\ cm^3,\ 340\ cm^3)$

7.11 ہائیڈرولک پریس کے پسٹن کا ڈایا میٹر 30 cm ہے۔ 20,000 N وزنی کار کو اٹھانے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی اگر پمپ کے پسٹن کا ڈایا میٹر 3 cm ہو؟

(200 N)

7.12 سٹیل کے ایک تار کے $2 \times 10^{-5}\ m^2$ کراس سیکشنل ایریا پر 4000 N کی فورس لگانے سے اس کی لمبائی میں 2 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ تار کا ینگز موڈولس معلوم کریں۔ جبکہ اس کی لمبائی 2 m ہے۔

$(2 \times 10^{11}\ Nm^{-2})$

یونٹ 8

مادہ کی حرارتی خصوصیات

(Thermal Properties of Matter)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ٹمپریچر کی تعریف بطور ایسی مقدار جو تھرمل انرجی کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے کر سکیں۔
- حرارت کی تعریف (ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے دو اجسام کے درمیان منتقل ہونے والی انرجی) کر سکیں۔
- ایک تھرمومیٹر بنانے کے لیے درکار میٹیریل کی تھرمومیٹری کی بنیادی خصوصیات کی فہرست مرتب کر سکیں۔
- ایک سکیل کے ٹمپریچر کو دوسرے سکیل (فارن ہائیٹ، سیلسیس اور کیلون) میں تبدیل کر سکیں۔
- کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ کو اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ کے طور پر بیان کر سکیں۔
- حرارتی گنجائش اور مخصوص حرارتی گنجائش کی تعریف کر سکیں۔
- میلٹنگ کی مخفی حرارت اور ایوپوریشن کی مخفی حرارت کو (ٹمپریچر میں تبدیلی کیے بغیر حالت کی تبدیلی کے لیے انتقال انرجی کے طور پر) بیان کر سکیں۔
- ٹمپریچر-ٹائم گراف بنا کر برف کے میلٹنگ کی مخفی حرارت اور پانی کے ایوپوریشن کی مخفی حرارت معلوم کرنے کے تجربات بیان کر سکیں۔
- ایوپوریشن کے عمل کی وضاحت کر سکیں نیز بوائلنگ اور ایوپوریشن کے عمل میں فرق واضح کر سکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

ٹمپریچر سکیلز	سائنس - IV
ایوپوریشن	سائنس - V
حرارتی پھیلاؤ	سائنس - VIII

یہ یونٹ راہنمائی کرتا ہے:

تھرموڈائنامکس	فزکس - XI

- واضح کرسکیں کہ ایوپوریشن کا عمل ٹھنڈک کا باعث بنتا ہے۔
- سطحی ایوپوریشن پر اثر انداز ہونے والے عوامل تحریر کرسکیں۔
- ٹھوس اجسام کے حرارتی پھیلاؤ کی بطور لی نیئر اور والیومیٹرک پھیلاؤ کی وضاحت کرسکیں۔
- مائعات کے حرارتی پھیلاؤ (حقیقی اور ظاہری) کو واضح کرسکیں۔
- اس یونٹ میں سیکھی گئی مساوات پر مبنی مشقی سوالات حل کرسکیں۔

تحقیقی مہارت

- اظہار کرسکیں کہ ایوپوریشن ٹھنڈک کا سبب بنتا ہے۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- وضاحت کرسکیں کہ تھرموسٹیٹ میں استعمال کی جانے والی دو دھاتی پٹری (bimetallic strip) کی بنیاد میٹلز کے حرارتی پھیلاؤ کی شرح پر ہے۔
- پانی کی نسبتاً زیادہ حرارت مخصوصہ کی وجہ سے روزمرہ زندگی پر کوئی ایک اثر بیان کرسکیں۔
- حرارتی پھیلاؤ کے روزمرہ زندگی میں اطلاق اور نتائج تحریر کرسکیں اور ان کی وضاحت کرسکیں۔
- ریفریجریشن کے عمل میں CFC کے بغیر ایوپوریشن سے پیدا ہونے والی ٹھنڈک کے استعمال کو بیان کرسکیں۔

اہم تصورات

8.1	ٹمپریچر اور حرارت
8.2	تھرمومیٹر
8.3	مخصوص حرارتی گنجائش
8.4	میلٹنگ کی مخفی حرارت
8.5	ایوپوریشن کی مخفی حرارت
8.6	ایوپوریشن
8.7	حرارتی پھیلاؤ

ہم حرارت نہ صرف کھانا پکانے کے لیے بلکہ دیگر کاموں میں بھی استعمال کرتے ہیں۔ ان کاموں کے لیے حرارت کو مکینیکل انرجی، الیکٹریکل انرجی، وغیرہ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ یہ صرف اسی صورت ممکن ہے، اگر ہم حرارت کی حقیقت سے واقف ہوں۔ حرارت فزکس میں ایک اہم تصور ہے۔ لوگ تاریخ کے ہر دور میں حرارت کی نوعیت کی وضاحت کرنے کی کوشش کرتے رہے ہیں۔ حرارتی مظاہر کا مطالعہ حرارت، ٹمپریچر اور انٹرنل انرجی جیسی کچھ اہم اصطلاحات کی محتاط تعریف کا متقاضی ہے۔ اس یونٹ میں ہم حرارت، ٹمپریچر، ٹمپریچر کی پیمائش اور مختلف حرارتی مظاہر سے متعلق متعدد تصورات پر بحث کریں گے۔

شکل 8.1: کھانا پکانے کے لیے حرارت درکار ہوتی ہے۔

8.1 ٹمپریچر اور حرارت (Temperature and Heat)

جب ہم کسی جسم کو چھوتے ہیں تو ہم اسے گرم یا ٹھنڈا محسوس کرتے ہیں۔ کوئی جسم کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے اس کا تعلق جسم کے ٹمپریچر سے ہے۔ پس

کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کو ٹمپریچر کہتے ہیں۔

ایک جلتی ہوئی موم بتی کا شعلہ گرم ہوتا ہے اور اس کا ٹمپریچر زیادہ ہوتا ہے۔ اس کے برعکس برف ٹھنڈی ہوتی ہے اور اس کا ٹمپریچر کم ہوتا ہے۔ ہم کسی جسم کو چھو کر اندازہ لگا سکتے ہیں کہ وہ کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے۔ تاہم اس طرح سے کسی جسم کے ٹمپریچر کا اندازہ لگانا ناقابل بھروسہ ہے۔ مزید برآں کسی گرم جسم کو چھونا ہمیشہ محفوظ نہیں ہوتا۔ ہمیں جس چیز کی ضرورت ہے وہ ہے کسی جسم کی گرمائش یا ٹھنڈک معلوم کرنے کا ایک قابل بھروسہ اور قابل عمل طریقہ۔

ٹمپریچر کے تصور کو سمجھنے کے لیے حرارتی اتصال (thermal contact) اور تھرمل ایکوی لبریم (thermal equilibrium) کی اصطلاحات کو سمجھنا کارآمد ہوگا۔ موسم گرما میں برف کو سٹور کرنے کے لیے کپڑے میں لپیٹ دیا جاتا ہے یا اسے لکڑی کے بکس یا تھرماس فلاسک میں رکھا جاتا ہے۔ اس طرح برف کا اس کے گردوپیش سے رابطہ کمزور ہو جاتا ہے اور برف جلد نہیں پگھلتی۔ اسی طرح جب آپ گرم چائے یا گرم پانی کا پیالہ کمرے میں رکھتے ہیں تو یہ آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہوتا چلا جاتا ہے۔ کیا یہ ٹھنڈا ہونے کا عمل جاری رہتا ہے؟ جیسے ہی یہ اشیا کمرے کے درجہ حرارت پر پہنچتی ہیں، ٹھنڈا ہونے کا عمل رک جاتا ہے۔ پس ٹمپریچر حرارت کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتا ہے۔ حرارت گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے جب تک کہ دونوں کا ٹمپریچر ایک نہیں ہو جاتا۔ اسے تھرمل ایکوی لبریم کہتے ہیں۔

جب ہم کسی گرم جسم کو چھوتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟ دو اجسام لیں جن کا ٹمپریچر مختلف ہو۔ انہیں ایک دوسرے سے ملا دیں۔ گرم جسم کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے۔ اس کی انرجی میں کمی واقع ہوتی ہے۔ یہ انرجی نسبتاً کم ٹمپریچر پر ٹھنڈا جسم جذب کر لیتا ہے۔ ٹھنڈا جسم انرجی جذب کرتا ہے اور اس کے ٹمپریچر میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ انرجی کی منتقلی اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک دونوں اجسام کا ٹمپریچر یکساں نہیں ہو جاتا۔ انرجی کی وہ شکل جو ایک گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کو منتقل ہوتی ہے، حرارت

کیا آپ جانتے ہیں؟

زعفران کا پھول ایک قدرتی تھرمومیٹر ہے۔ جب ٹمپریچر صحیح طور پر 23°C ہوتا ہے تو یہ کھل اٹھتا ہے اور جب ٹمپریچر 23°C سے گرتا ہے تو یہ بند ہو جاتا ہے۔

شکل 8.2: ایک سٹرپ تھرمومیٹر

کہلاتی ہے۔ پس

حرارت انرجی کی ایک شکل ہے جو باہمی طور پر متصل دو اجسام میں ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

شکل 8.3: ایک تھرمومیٹر جسم کا ٹمپریچر ظاہر کرتا ہے۔

حرارت کو سفر کرتی ہوئی انرجی کہا جاتا ہے۔ ایک دفعہ جب ایک جسم حرارت جذب کر لیتا ہے تو یہ اس جسم کی انٹرنل انرجی کی شکل اختیار کر لیتی ہے اور ہیٹ انرجی کے طور پر اس کا وجود ختم ہو جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

کسی جسم کے ایٹمز اور مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کے مجموعہ کو اس کی انٹرنل انرجی کہا جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی کا انحصار متعدد عوامل پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر کسی جسم کا ماس مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی وغیرہ۔ کسی ایٹم یا مالیکیول کی کائی نیٹک انرجی اس کی موشن کی وجہ سے ہوتی ہے، جس کا انحصار ٹمپریچر پر ہے۔ ایٹمز یا مالیکیولز کی پوٹینشل انرجی مالیکیولز کے درمیان باہمی کشش کی فورسز کی وجہ سے سٹور ہونے والی انرجی ہے۔

مختصر مشق

1. مندرجہ ذیل اشیا میں سے کس شے کے مالیکیولز 10°C پر زیادہ اوسط کائی نیٹک انرجی کے حامل ہوں گے؟
   (a) سٹیل (b) کاپر
   (c) پانی (d) مرکری
2. ہر تھرمومیٹر کسی میٹیریل کی کسی ایسی خصوصیت کا استعمال کرتا ہے جو ٹمپریچر کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے۔ درج ذیل تھرمومیٹرز میں استعمال ہونے والی خصوصیت کا نام لکھیں۔
   (a) سٹرپ تھرمومیٹرز
   (b) مرکری تھرمومیٹرز

8.2 تھرمومیٹر (Thermometer)

کسی جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والا آلا تھرمومیٹر کہلاتا ہے۔

کچھ اشیا ایسی خصوصیت کی حامل ہوتی ہیں جو ٹمپریچر کے ساتھ تبدیل ہوتی ہیں۔ وہ اشیا جن میں ٹمپریچر کے ساتھ تبدیلی آتی ہے، تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کی جا سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر کچھ اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں، کچھ اپنا رنگ تبدیل کرتی ہیں، کچھ کی الیکٹرک رزسٹنس (electric resistance) تبدیل ہوتی ہے، وغیرہ۔ قریباً تمام اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں۔ مائعات گرم کرنے پر پھیلتے ہیں۔ یہ بھی تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر موزوں ہیں۔

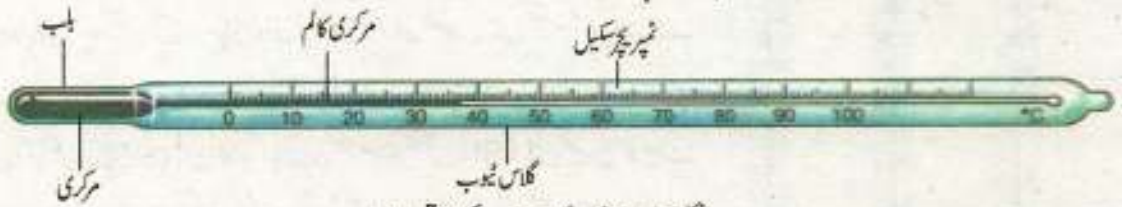
عام استعمال میں آنے والے تھرمومیٹرز میں مناسب مائع شے کو تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کر کے بنایا جاتا ہے۔ ایک تھرمومیٹر میں استعمال ہونے والا

مائع مندرجہ ذیل خصوصیات کا حامل ہونا چاہیے؟

- یہ نظر آنا چاہیے۔
- یہ یکساں حرارتی پھیلاؤ رکھتا ہو۔
- اس کا فریزنگ پوائنٹ کم ہونا چاہیے۔
- اس کا بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہونا چاہیے۔
- یہ گلاس کو گیلا نہ کرنے والا ہونا چاہیے۔
- یہ حرارت کا اچھا کنڈکٹر ہونا چاہیے۔
- یہ کم حرارت مخصوصہ رکھنے والا ہونا چاہیے۔

گلاس میں مائع والا تھرمومیٹر (Liquid-in-Glass Thermometer)

گلاس میں مائع والے تھرمومیٹر میں ایک یکساں اور باریک سوراخ والی لمبی کیپلری ٹیوب (capillary tube) کے سرے پر بلب ہوتا ہے، جیسا کہ شکل (8.4) میں دکھایا گیا ہے۔

تھرمومیٹر کے بلب میں کوئی مناسب مائع بھر دیا جاتا ہے۔ جب بلب کسی گرم جسم کے ساتھ مَس کرتا ہے تو اس میں موجود مائع پھیلتا ہے اور اس کا لیول ٹیوب میں اوپر چڑھتا ہے۔ تھرمومیٹر کے گلاس کی ٹیوب موٹی ہوتی ہے اور سلنڈر نما لینز (lens) کے طور پر کام کرتی ہے۔ اس کی وجہ سے گلاس ٹیوب میں مائع کا لیول آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے۔

شکل 8.4: ایک گلاس میں مرکری تھرمومیٹر

مرکری 39°C- پر جم جاتا ہے اور 357°C پر کھولتا ہے۔ یہ اوپر دی گئی تمام تھرمومیٹری خصوصیات رکھتا ہے۔ اس لیے گلاس میں مائع والے عام تھرمومیٹرز میں عام مرکری مناسب ترین مائعات میں سے ایک ہے۔ گلاس میں مرکری والے تھرمومیٹرز لیبارٹریز، ہسپتالوں اور گھروں میں 10°C- سے 150°C تک ٹمپریچر کی پیمائش کرنے کے لیے وسیع طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

اپر اور لوئر فکسڈ پوائنٹس

تھرمومیٹر کی ٹیوب پر ایک سکیل کندہ کر دیا جاتا ہے۔ اس سکیل پر دو فکسڈ پوائنٹس ہوتے ہیں۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ تھرمومیٹر میں مرکری کی اس پوزیشن کو ظاہر کرتا ہے جس پر برف پگھلتی ہے۔ اسی طرح اپر فکسڈ پوائنٹ تھرمومیٹر میں مرکری کی اس پوزیشن کو ظاہر کرتا ہے جس پر پانی کھولتا ہے۔

ٹمپریچر کے سکیلز (Scales of Temperature)

تھرمومیٹر کی سکیل پر نشانات لگا دیے جاتے ہیں۔ تھرمومیٹر کے بلب سے مَس کرتے ہوئے جسم کا ٹمپریچر اس سکیل پر پڑھا جا سکتا ہے۔ عام طور پر ٹمپریچر کے تین سکیل استعمال ہوتے ہیں جو یہ ہیں۔

(i) سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل (Celsius or Centigrade Scale)

(ii) فارن ہائیٹ سکیل (Fahrenheit Scale)

(iii) کیلون سکیل (Kelvin Scale)

شکل 8.5: ٹمپریچر کے مختلف سکیلز

سیلسیس سکیل پر لوئر اور اپر فکسڈ پوائنٹس کے درمیانی فاصلہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5a) میں دکھایا گیا ہے۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ پر 0°C جبکہ اپر فکسڈ پوائنٹ پر 100°C کندہ کر دیا جاتا ہے۔ فارن ہائیٹ سکیل پر دونوں فکسڈ پوائنٹس کے درمیانی وقفہ کو 180 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ پر 32°F اور اپر فکسڈ پوائنٹ پر 212°F کندہ کر دیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5b) میں دکھایا گیا ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں ٹمپریچر کا یونٹ کیلون (K) ہے اور اس سکیل کو کیلون سکیل کہا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5c) میں دکھایا گیا ہے۔ کیلون سکیل میں لوئر فکسڈ پوائنٹ اور اپر فکسڈ پوائنٹ کے درمیانی وقفہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ پس ٹمپریچر میں 1°C کی تبدیلی 1 K کی تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔ اس سکیل پر لوئر فکسڈ پوائنٹ 273 K ہے۔ جبکہ اپر فکسڈ پوائنٹ 373 K ہے۔ اس سکیل پر زیرو ٹمپریچر کو ایب سولیوٹ زیرو (absolute zero) کہا جاتا ہے اور یہ -273°C کے برابر ہوتا ہے۔

ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی

سیلسیس سے کیلون سکیل میں تبدیلی

کیلون سکیل پر ٹمپریچر T معلوم کرنے کے لیے سیلسیس سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر C میں 273 کا اضافہ کر دیا جاتا ہے۔ پس

$$T\,(K) = 273 + C \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (8.1)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

سورج کا مرکز	15000000°C
سورج کی سطح	6000°C
الیکٹرک لیمپ یا الیکٹرک بلب	2500°C
گیس لیمپ	1580°C
کھولتا ہوا پانی	100°C
انسانی جسم	37°C
برف	0°C
فریزر میں برف	-18°C
مائع آکسیجن	-180°C

مثال 8.1

کیلون سکیل پر ٹمپریچر کیا ہوگا؟ جبکہ سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر 20°C ہے۔

حل

$$C = 20\,^{\circ}C$$

چونکہ $T\,(K) = 273 + C$

اس لیے $T\,(K) = 273 + 20 = 293\,K$

کیلون سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے کیلون سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر سے 273 کو تفریق کر دیا جاتا ہے۔ پس

$$C = T\,(K) - 273 \quad \ldots \quad \ldots \quad (8.2)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک کلینیکل تھرمومیٹر انسانی جسم کا ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی رینج (range) 35°C سے 42°C تک ہوتی ہے۔ اس کی بناوٹ اس طرح سے ہوتی ہے کہ یہ بلب سے مرکری کو واپس مڑنے سے روکے رکھتا ہے۔ تاہم اس کی ریڈنگ اس وقت تک تبدیل نہیں ہوتی جب تک اسے دوبارہ سیٹ نہ کیا جائے۔

مثال 8.2

کیلون سکیل پر 300 K ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$$T\,(K) = 300\,K$$

جیسا کہ $C = T\,(K) - 273$

اس لیے $C = (300 - 273)\,^{\circ}C$

$$C = 27\,^{\circ}C$$

سیلسیس سے فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیلی

چونکہ سیلسیس سکیل پر 100 درجے فارن ہائیٹ سکیل پر 180 درجوں کے برابر ہوتے ہیں، اس لیے سیلسیس سکیل پر ہر درجہ فارن ہائیٹ سکیل پر 1.8 درجوں کے برابر ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں سیلسیس سکیل پر 0°C فارن ہائیٹ سکیل پر 32°F کے برابر ہوتا ہے۔ پس

$$F = 1.8C + 32 \quad \ldots \quad \ldots \quad (8.3)$$

یہاں F فارن ہائیٹ سکیل پر ٹمپریچر ہے اور C سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر ہے۔

مثال 8.3

سیلسیس سکیل پر 50 °C ٹمپریچر کو فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$C = 50\ ^\circ C$

ہم جانتے ہیں کہ $F = (1.8\ C + 32)$

اس لیے $F = (1.8 \times 50 + 32)$

$F = 122\ ^\circ F$

پس سیلسیس سکیل پر 50°C فارن ہائیٹ سکیل پر 122°F کے برابر ہے۔

فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

مساوات (8.3) کی مدد سے ہم فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں ٹمپریچر معلوم کر سکتے ہیں۔

مثال 8.4

فارن ہائیٹ سکیل پر 100 °F ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$F = 100\ ^\circ F$

ہم جانتے ہیں کہ $1.8\ C = F - 32$

اس لیے $1.8\ C = 100 - 32$

$$1.8\,C = 68$$

$$C = 68/1.8$$

$$C = 37.8\,°C$$

8.3 مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity)

عام طور پر ایک جسم کو گرم کرنے پر اس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے۔ جسم کے ٹمپریچر میں ہونے والا اضافہ اس کی جذب کردہ حرارت کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔ یہ بات بھی مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ ΔT کے لیے درکار حرارت ΔQ جسم کے ماس m کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ لہٰذا

$$\Delta Q \propto m\Delta T$$

یا

$$\Delta Q = c\,m\,\Delta T \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8.4)$$

یہاں پر ΔQ جسم کی جذب کردہ حرارت کی مقدار ہے اور c تناسب کا کونسٹنٹ ہے۔ اسے مخصوص حرارتی گنجائش یا صرف حرارت مخصوصہ کہتے ہیں۔ کسی شے کی حرارت مخصوصہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

کسی شے کی حرارت مخصوصہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو اس کے ایک کلوگرام ماس میں 1 کیلون ٹمپریچر کی تبدیلی لانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مساوات (8.4) کی رُو سے

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8.5)$$

SI یونٹس میں ماس m کی پیمائش کلوگرام (kg) میں کی جاتی ہے۔ حرارت ΔQ کی پیمائش جول (J) میں کی جاتی ہے اور ٹمپریچر میں اضافہ ΔT کو کیلون (K) میں ماپا جاتا ہے۔ پس SI یونٹس میں حرارت مخصوصہ کا یونٹ $Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ ٹیبل (8.1) میں دی گئی ہیں۔

ٹیبل 8.1: چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ

شے	حرارت مخصوصہ ($Jkg^{-1}K^{-1}$)
الکوحل	2500.0
ایلومینیم	903.0
اینٹ	900.0
کاربن	121.0
مٹی (گیلی)	920.0
کاپر	387.0
ایتھر	2010.0
گلاس	840.00
گولڈ	128.0
گریفائٹ	790.0
برف	2100.0
آئرن	470.0
لیڈ	128.0
مرکری	138.6
ریت	835.0
سلور	235.0
مٹی (خشک)	810.0
بھاپ	2016.0
ٹنگسٹن	134.8
تارپین	1760.3
پانی	4200.0
زنک	385.0

پانی کی بڑی مخصوص حرارتی گنجائش کی اہمیت

پانی کی حرارت مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ اور خشک مٹی کی حرارت مخصوصہ قریباً $800\ JKg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ یہی وجہ ہے کہ یکساں مقدار میں

حرارت مہیا کرنے پر خشکی کا ٹمپریچر پانی کے ٹمپریچر کے مقابلہ میں زیادہ بڑھتا ہے۔ پس موسم گرما سے موسم سرما تک سمندر کے نزدیکی علاقوں میں دور کے علاقوں کی نسبت ٹمپریچر میں بہت معمولی نوعیت کی تبدیلیاں آتی ہیں۔

پانی کی حرارت مخصوصہ سب سے زیادہ ہے۔ اس وجہ سے یہ تھرمل انرجی کی ذخیرہ اندوزی اور ترسیل کے لیے بہت کارآمد ہے۔ گاڑیوں کے کولنگ سسٹم میں غیرضروری تھرمل انرجی کے اخراج کے لیے پانی استعمال ہوتا ہے۔ ایک آٹوموبائل کے انجن میں بڑی مقدار میں تھرمل انرجی پیدا ہوتی ہے۔ جس کی وجہ سے اس کا ٹمپریچر بڑھتا جاتا ہے۔ اگر آٹوموبائل کے انجن کو ٹھنڈا نہ کیا جائے تو یہ ورک کرنے سے رک سکتا ہے۔ انجن کے گرد گردش کرتا ہوا پانی جیسا کہ شکل (8.6) میں تیر کے نشانات سے دکھایا گیا ہے، اس کے ٹمپریچر کو برقرار رکھتا ہے۔ پانی انجن کی غیرضروری تھرمل انرجی کو جذب کر لیتا ہے اور ریڈی ایٹر کے ذریعے خارج کر دیتا ہے۔

شکل 8.6: گاڑیوں میں استعمال ہونے والا کولنگ سسٹم

سنٹرل ہیٹنگ سسٹم (central heating system) جیسا کہ شکل (8.7) میں دکھایا گیا ہے۔ تھرمل انرجی کو پائپوں کے ذریعے بوائلر سے ریڈی ایٹر تک لے جانے کے لیے گرم پانی استعمال ہوتا ہے۔ یہ ریڈی ایٹر گھروں کے اندر مناسب جگہوں پر لگائے جاتے ہیں۔

شکل 8.7: سنٹرل ہیٹنگ سسٹم

مثال 8.5

ایک برتن میں موجود 2.5 لٹر پانی ہے جس کا ٹمپریچر 20°C ہے۔ پانی کو ابالنے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہے؟

حل

پانی کا والیوم = 2.5 لٹر

کیونکہ ایک لٹر پانی کا ماس ایک کلوگرام کے برابر ہے۔ اس لیے

پانی کا ماس $m = 2.5\text{kg}$

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

ابتدائی ٹمپریچر $t_1 = 20^\circ\text{C}$

آخری ٹمپریچر $t_2 = 100^\circ\text{C}$

ٹمپریچر میں اضافہ $\Delta T = t_2 - t_1$

$$= 100^\circ C - 20^\circ C$$

$$= 80^\circ C \text{ or } 80\ K$$

چونکہ $Q = cm\Delta T$

اس لیے $Q = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 2.5\ kg \times 80\ K$

$$Q = 840000\ J$$

پس حرارت کی مطلوبہ مقدار 840000 J یا 840 kJ ہے۔

حرارتی گنجائش

کوئی جسم کتنی حرارت جذب کر سکتا ہے اس بات کا انحصار بہت سے عوامل پر ہوتا ہے۔ یہاں ہم حرارتی گنجائش کی تعریف یوں کریں گے۔

کسی جسم کی حرارتی گنجائش اس کے ٹمپریچر میں ایک کیلون (1K) اضافہ کے لیے جذب کردہ تھرمل انرجی کی مقدار ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

بڑے آبی ذخائر جیسا کہ جھیلیں اور سمندر زیادہ حرارتی گنجائش کے باعث نزدیکی ریاعلاقوں میں آب وہوا کو معتدل رکھتے ہیں۔

پس اگر ایک جسم کا ٹمپریچر حرارت کی مقدار ΔQ مہیا کرنے پر ΔT کی مقدار سے بڑھتا ہے تو اس کی حرارتی گنجائش $\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ ہوگی۔

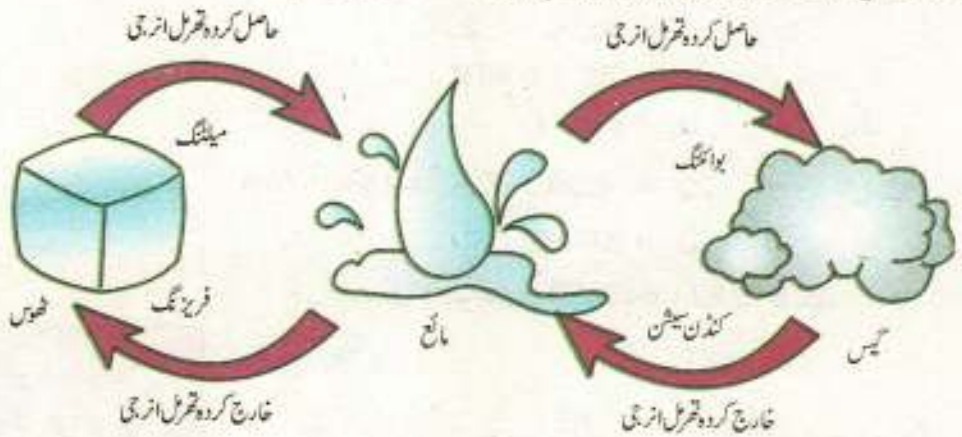
چونکہ حرارتی گنجائش $= \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{mc\Delta T}{\Delta T}$

حرارتی گنجائش $= mc \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8.6)$

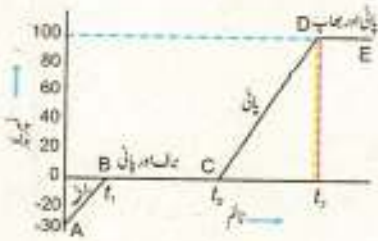
مساوات (8.6) سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی جسم کی حرارتی گنجائش اس جسم کے ماس اور اس کی مخصوص حرارتی گنجائش کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر 5 کلوگرام پانی کی حرارتی گنجائش ($5\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ $= 21000\ JK^{-1}$) ہوتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ 21000 J کے برابر حرارت 5 kg پانی کے ٹمپریچر میں 1K اضافہ کے لیے درکار ہے۔ لہٰذا جتنی کسی شے کی مقدار زیادہ ہوتی ہے اتنی ہی اس کی حرارتی گنجائش بھی زیادہ ہوتی ہے۔

8.4 حالت کی تبدیلی (Change of State)

مادہ کو ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ایسی تبدیلی کے واقع

ہونے کے لیے کسی شے کو تھرمل انرجی مہیا کی جاتی ہے یا اس سے خارج کی جاتی ہے۔

شکل 8.8: تھرمل انرجی مادہ کی حالت میں تبدیلی لاتی ہے۔

سرگرمی 8.1

ایک بیکر لیں اور اسے سٹینڈ پر رکھ دیں۔ بیکر میں برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالیں اور برف کا ٹمپریچر ماپنے کے لیے بیکر میں ایک تھرمومیٹر لٹکا دیں۔ اب بیکر کے نیچے ایک برنر (burner) رکھیں۔ برف اور پانی پر مشتمل مکسچر کا ٹمپریچر 0°C سے نہیں بڑھے گا، جب تک کہ ساری برف پگھل نہیں جاتی اور ہم 0°C پر پانی حاصل نہیں کر لیتے۔ اگر اس پانی کو مزید گرم کیا جائے تو اس کا ٹمپریچر 0°C سے بڑھنا شروع ہو جائے گا۔ جیسا کہ شکل (8.9) میں گراف کی مدد سے دکھایا گیا ہے۔

شکل 8.9: برف سے پانی اور بھاپ میں حالت کی تبدیلی کو ظاہر کرتا ہوا ٹمپریچر - ٹائم گراف۔

پارٹ AB: خم دار لائن کے اس حصہ پر برف کا ٹمپریچر -30°C سے 0°C تک بڑھتا ہے۔

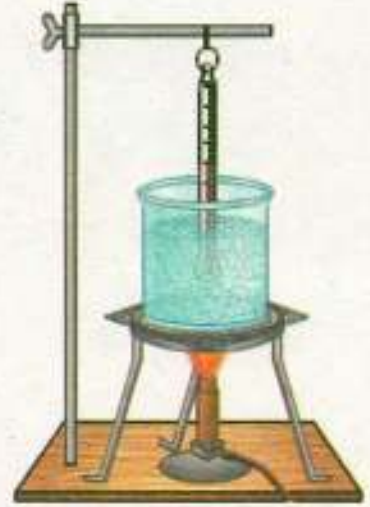
پارٹ BC: جب برف کا ٹمپریچر 0°C تک پہنچ جاتا ہے تو برف اور پانی کا مکسچر اس ٹمپریچر کو قائم رکھتا ہے جب تک کہ ساری برف پگھل نہ جائے۔

پارٹ CD: پانی کا ٹمپریچر آہستہ آہستہ 0°C سے 100°C تک بڑھتا ہے۔ انرجی کی مہیا کی گئی مقدار پانی کا ٹمپریچر بڑھانے میں استعمال ہوتی ہے۔

پارٹ DE: 100°C پر پانی کھولنا شروع ہوتا ہے اور بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہاں ٹمپریچر 100°C پر قائم رہتا ہے۔ حتیٰ کہ سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

8.5 پگھلاؤ کی مخفی حرارت (Latent Heat of Fusion)

جب کسی ٹھوس شے کو حرارت مہیا کر کے مائع حالت میں تبدیل کیا جاتا ہے تو اس عمل کو میلٹنگ یا فیوژن کہا جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی ٹھوس شے پگھلنا شروع ہوتی ہے، اسے میلٹنگ پوائنٹ کہا جاتا ہے۔ اس کے برعکس جب مائع کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو یہ ٹھوس حالت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی شے مائع حالت سے ٹھوس حالت میں تبدیل ہوتی ہے وہ اس کا فریزنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ مختلف اشیا کے میلٹنگ پوائنٹ مختلف ہوتے ہیں۔ تاہم کسی شے کا فریزنگ پوائنٹ وہی ہوتا ہے جو اس کا میلٹنگ پوائنٹ ہوتا ہے۔

شکل 8.10: برف کو گرم کرنا

کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کا ٹمپریچر تبدیل کیے بغیر اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس سے مائع حالت میں تبدیل کرنے کے لیے درکار تھرمل انرجی کو اس کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہا جاتا ہے۔

اسے H_f سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_f = \frac{\Delta Q_f}{m}$$

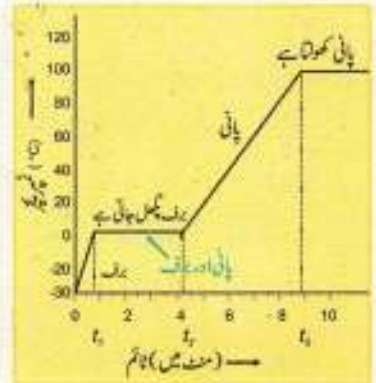
یا

$$\Delta Q_f = m H_f \quad \dots\dots\dots (8.7)$$

برف $0°C$ پر پانی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی $0°C$ پر 1 کلوگرام برف کو پگھلانے کے لیے $3.36 \times 10^5\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔

شکل 8.11: ٹمپریچر-ٹائم گراف جو تبھی برف پانی میں تبدیل ہوتی ہے وہ کھولتا ہے جیسے کہ گرم کرنے کا عمل جاری رہتا ہے۔

تجربہ 8.1

ایک بیکر لیں اور اسے سٹینڈ پر رکھیں۔ بیکر میں برف کے چھوٹے ٹکڑے ڈالیں اور ٹمپریچر ماپنے کے لیے بیکر میں ایک تھرمومیٹر لٹکائیں۔ بیکر کے نیچے برنر (burner) رکھیں۔ برف پگھلنا شروع ہو جائے گی۔ برف اور پانی کے مکسچر کا ٹمپریچر $0°C$ سے نہیں بڑھے گا۔ جب تک ساری برف پگھل نہیں جاتی۔ برف $0°C$ پر مکمل طور پر پگھل کر پانی میں تبدیل ہونے کے لیے جو وقت لیتی ہے وہ نوٹ کریں۔ بیکر میں موجود پانی کو $0°C$ پر مسلسل گرم کرتے جائیں۔ اس کا ٹمپریچر بڑھنا

شروع ہو جائے گا۔ وقت نوٹ کریں جو بیکر میں موجود پانی 0°C سے بوائلنگ پوائنٹ 100°C تک پہنچنے کے لیے لیتا ہے۔

ایک ٹمپریچر۔ ٹائم گراف کھینچیں جیسا کہ شکل (8.11) میں دکھایا گیا ہے۔

دیے گئے ڈیٹا کی مدد سے پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔

فرض کریں m = برف کا ماس

گراف سے ٹائم معلوم کرنے کے لیے:

[برف کا 0°C پر مکمل طور پر پگھلنے کے لیے لیا گیا وقت] $= t_f = t_2 - t_1 =$ 3.6 منٹ

[پانی کو 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لیے لیا گیا وقت] $= t_o = t_3 - t_2 =$ 4.6 منٹ

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}}$

پانی کے ٹمپریچر میں اضافہ $= \Delta T = 100^\circ\mathrm{C} = 100\ \mathrm{K}$

[پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت] $= \Delta Q = m c \Delta T$

$$= m \times 4200\ \mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}} \times 100\ \mathrm{K}$$

$$= m \times 420\,000\ \mathrm{Jkg^{-1}}$$

$$= m \times 4.2 \times 10^5\ \mathrm{Jkg^{-1}}$$

ٹمپریچر کو 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے حرارت ΔQ مہیا کی جاتی ہے۔ پس بیکر میں موجود پانی کی جذب کردہ حرارت ہے:

پانی کی حرارت جذب کرنے کی شرح $= \dfrac{\Delta Q}{t_o}$

وقت t_f میں جذب کردہ حرارت $= \Delta Q_f = \dfrac{\Delta Q \times t_f}{t_o}$

$$= \Delta Q \times \frac{t_f}{t_o}$$

مساوات (8.7) کی رو سے

$$\Delta Q_f = m \times H_f$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$m \times H_f = m \times 4.2 \times 10^5\ \mathrm{Jkg^{-1}} \times \frac{t_f}{t_o}$$

$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1}\times\frac{t_f}{t_o}$$ یا

t_f اور t_o کی قیمتیں گراف سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔
اوپر دی گئی مساوات میں قیمتیں درج کرنے سے

$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1}\times\frac{3.6\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$$

مندرجہ بالا تجربہ سے معلوم کی گئی برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔جبکہ اس کی حقیقی قیمت $3.36\times10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔

8.6 ویپورائزیشن کی مخفی حرارت

(Latent Heat of Vaporization)

جب کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر حرارت مہیا کی جاتی ہے تو اس کا ٹمپریچر کونسٹنٹ رہتا ہے۔ کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر دی جانے والی حرارت اس کے ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر اس کی حالت کو مائع سے گیس میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوجاتی ہے۔ پس

حرارت کی وہ مقدار جو کسی مائع کے یونٹ ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر مکمل طور پر گیس میں تبدیل کرتی ہے، ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔

اسے Hv سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_v = \frac{\Delta Q_v}{m}$$

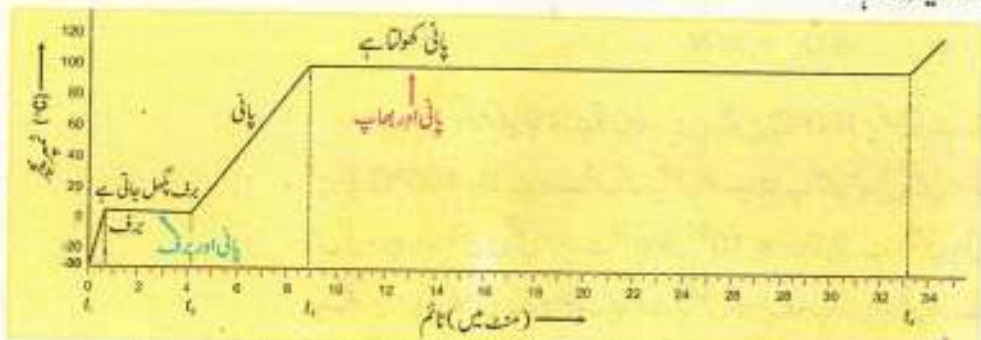
or $$\Delta Q_v = m H_v \quad \dots\dots\dots\dots\dots (8.8)$$

جب پانی کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ معیاری پریشر پر 100°C پر کھولتا ہے۔ اس کا ٹمپریچر 100°C رہتا ہے جب تک کہ یہ مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل نہیں ہوجاتا۔ اس کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی پانی کے ایک کلوگرام ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے $2.26\times10^6\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔

ٹیبل 8.2: چند عام اشیا کے میلٹنگ پوائنٹ، بوائلنگ پوائنٹ، پگھلاؤ کی مخفی حرارت اور ویپورائزیشن کی مخفی حرارت

شے	میلٹنگ پوائنٹ (°C)	بوائلنگ پوائنٹ (°C)	پگھلاؤ کی مخفی حرارت ($kJkg^{-1}$)	ویپورائزیشن کی مخفی حرارت ($kJkg^{-1}$)
ایلومینم	660	2450	39.7	10500
کاپر	1083	2595	205.0	4810
گولڈ	1063	2660	64.0	1580
ہیلیم	-270	-269	5.2	21
لیڈ	327	1750	23.0	858
مرکری	-39	357	11.7	270
نائٹروجن	-210	-196	25.5	200
آکسیجن	-219	-183	13.8	210
پانی	0	100	336.0	2260

تجربہ 8.2

تجربہ 8.1 کے اختتام پر بیکر کے اندر کھولتا ہوا پانی ہوتا ہے۔ پانی کو گرم کرنے کا عمل جاری رکھیں حتیٰ کہ سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جائے۔ وقت نوٹ کریں جو بیکر میں موجود پانی اپنے بوائلنگ پوائنٹ 100°C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل ہونے کے لیے لیتا ہے۔

شکل 8.12: ٹمپریچر - ٹائم گراف، جیسے کہ گرم کرنے پر برف پانی میں تبدیل ہوتی ہے اور پانی بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

ٹمپریچر - ٹائم گراف کو مزید بڑھائیں جیسا کہ شکل (8.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دیے گئے ڈیٹا سے برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔ جیسا کہ نیچے دیا گیا ہے۔

فرض کریں m = برف کا ماس

[پانی کے 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لیے درکار وقت] = $t_o = t_3 - t_2 =$ 4.6 منٹ

[پانی کے 100°C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل ہونے کے لیے درکار وقت] = $t_v = t_4 - t_3 =$ 24.4 منٹ

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

پانی کے ٹمپریچر میں اضافہ $= \Delta T = 100^{\circ}\text{C} = 100\ \text{K}$

[پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت] $= \Delta Q = mc\Delta T$

$$= m \times 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100\ \text{K}$$

$$= m \times 420000\ \text{Jkg}^{-1}$$

$$= m \times 4.2 \times 10^{5}\ \text{Jkg}^{-1}$$

کیونکہ برنر پانی کو t_o وقت میں اس کے ٹمپریچر میں 0°C سے 100°C تک اضافہ کرنے کے لیے حرارت ΔQ مہیا کرتا ہے۔ پس جس شرح سے بیکر نے حرارت جذب کی وہ نیچے دی گئی ہے۔

حرارت جذب کرنے کی شرح $= \dfrac{\Delta Q}{t_o}$

ٹائم t_v میں جذب شدہ حرارت $= \Delta Q_v = \dfrac{\Delta Q \times t_v}{t_o}$

$$= \Delta Q \times \frac{t_v}{t_o}$$

مساوات (8.8) کی رو سے

$$\Delta Q_v = m \times H_v$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$m \times H_v = m \times 4.2 \times 10^{5}\ \text{Jkg}^{-1} \times \frac{t_v}{t_o}$$

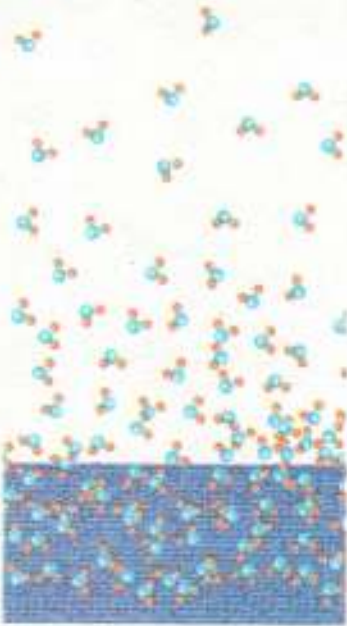
$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_v}{t_o}$$ یا

گراف سے معلوم کی گئیں t_v اور t_o کی قیمتیں درج کرنے سے

$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{24.4\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 2.23\times10^6\ Jkg^{-1}$$

مندرجہ بالا تجربہ سے معلوم کی گئی پانی کے لیے ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.23 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی حقیقی قیمت $2.26 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔

8.7 ایویپوریشن (The Evaporation)

شکل 8.13: ایویپوریشن مائع کی سطح سے اسے گرم کیے بغیر بخارات میں تبدیل ہونے کا عمل ہے۔

ایک پلیٹ میں کچھ پانی لیں۔ پانی کچھ دیر بعد غائب ہو جائے گا۔ یہ اس لیے ہے کہ پانی کے مالیکیولز کونسٹنٹ موشن میں ہوتے ہیں اور ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے۔ تیز رفتار مالیکیولز پانی کی سطح سے باہر نکل جاتے ہیں اور فضا میں چلے جاتے ہیں، اسے ایویپوریشن کہا جاتا ہے۔

ایک مائع کی سطح سے اسے گرم کیے بغیر مائع کا بخارات میں تبدیل ہونا، ایویپوریشن کہلاتا ہے۔

بوائلنگ کے برعکس، ایویپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ لیکن یہ عمل صرف مائع کی سطح سے ہو رہا ہوتا ہے۔ جبکہ ویپورائزیشن کا عمل ایک مقررہ ٹمپریچر پر وقوع پذیر ہوتا ہے جو اس مائع کا بوائلنگ پوائنٹ ہوتا ہے۔ بوائلنگ پوائنٹ پر ایک مائع نہ صرف سطح سے بخارات میں تبدیل ہو رہا ہوتا ہے بلکہ مائع کے اندر سے بھی ایسا ہو رہا ہوتا ہے۔ یہ بخارات بلبلوں کی شکل میں کھولتے ہوئے مائع سے باہر آتے ہیں جو مائع کی سطح پر پہنچنے پر ٹوٹ جاتے ہیں۔

مختصر مشق

1. حرارت مخصوصہ حرارتی گنجائش سے کیسے مختلف ہے؟
2. بخارات بننے سے ٹھنڈک پیدا ہونے کے اثر کے دو فوائد لکھیں۔
3. ایویپوریشن، ویپورائزیشن سے کس طرح مختلف ہے؟

ایویپوریشن کا عمل ہماری روزمرہ زندگی میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ گیلے کپڑوں کو جب پھیلا دیا جاتا ہے تو وہ جلد خشک ہو جاتے ہیں۔ ایویپوریشن ٹھنڈک کا سبب

بنتی ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

ایویپوریشن کے عمل کے دوران تیز رفتار مالیکیولز مائع سے باہر نکل جاتے ہیں۔ وہ مالیکیولز جن کی کائی نیٹک انرجی کم ہوتی ہے، مائع میں رہ جاتے ہیں۔ اس طرح مائع کے مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی کم ہو جاتی ہے۔

چونکہ کسی شے کے ٹمپریچر کا انحصار اس کے مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی پر ہوتا ہے، اس لیے مائع کے ٹمپریچر میں کمی واقع ہو جاتی ہے۔ پسینہ کی بخارات میں تبدیلی ہمارے جسم کو ٹھنڈا کرنے میں مدد دیتی ہے۔

مائع کی سطح سے ایویپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ ایویپوریشن کے عمل کی شرح کا انحصار مندرجہ ذیل عوامل پر ہوتا ہے۔

ٹمپریچر (Temperature)

زیادہ بلند ٹمپریچر پر ایک مائع کے زیادہ تر مالیکیولز تیز رفتاری سے حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس لیے ایویپوریشن کم ٹمپریچر کے بہ نسبت بلند ٹمپریچر پر تیز تر ہوتا ہے۔ گیلے کپڑے گرمیوں میں سردیوں کی بہ نسبت جلد کیوں سوکھ جاتے ہیں؟

سطح کا رقبہ (Surface Area)

کسی مائع کی سطح کا رقبہ جتنا زیادہ ہوتا ہے اتنی ہی زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے جب پانی کو بڑے رقبہ پر پھیلا دیا جائے تو پانی زیادہ تیزی سے بخارات میں تبدیل ہوتا ہے۔

ہوا (Wind)

کسی مائع کی سطح کے اوپر چلتی ہوئی تیز ہوا مائع کے ان مالیکیولز کو بہا کر لے جاتی ہے جو اس وقت مائع کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس طرح ہوا ان مالیکیولز کی مائع میں دوبارہ واپسی کو روکتی ہے۔ اس طرح سے مائع کی سطح سے زیادہ مالیکیولز کو باہر نکلنے کا موقع ملتا ہے۔

مائع کی نوعیت (Nature of the Liquid)

کیا پانی اور سپرٹ ایک ہی شرح سے ایویپوریٹ ہوتے ہیں؟ مائعات کے

ریفریجریٹرز میں ٹھنڈا کرنے کا عمل

ریفریجریٹرز میں مائع میں تبدیل کی گئی ایک گیس کی ایویپوریشن سے ٹھنڈک پیدا کی جاتی ہے۔ فری آن (Freon) ایک CFC کو بطور ریفریجریٹر گیس کے استعمال کیا جاتا ہے۔ لیکن جب اس حقیقت کا پتا چلا کہ CFC بالائی اسٹراٹوسفیئر میں اوزون ڈپلیشن (Ozone depletion) کا سبب بنتی ہے جس کے نتیجے میں سورج سے آنے والی UV ریز (rays) کی مقدار میں اضافہ ہوا ہے تو اس کا استعمال روک دیا گیا ہے۔ یہ ریز جانداروں کے لیے نقصان دہ ہیں۔ اب فری آن گیس کی جگہ امونیا اور دیگر اشیا نے لے لی ہے جو ماحول کے لیے نقصان دہ نہیں ہیں۔

اویپوریٹ ہونے کی شرح مختلف ہوتی ہے۔ اپنی ہتھیلی پر ایتھر یا سپرٹ کے چند قطرے ڈالیں۔ یہ تیزی سے بخارات بن کر اڑ جاتے ہیں۔ آپ ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ کیوں؟

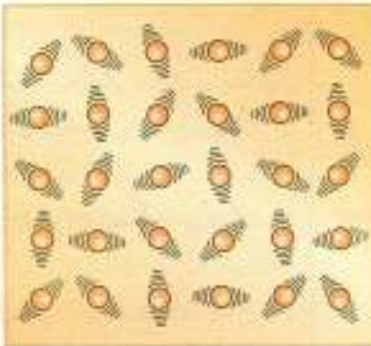
8.8 حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion)

ٹھوس، مائع اور گیسز میں اکثر اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں اور ٹھنڈا کرنے پر سکڑتی ہیں۔ ان کے حرارتی پھیلاؤ یا سکڑاؤ عام طور پر بہت کم ہوتے ہیں اور مشاہدہ میں نہیں آتے۔ تاہم یہ پھیلاؤ اور سکڑاؤ ہماری روزمرہ زندگی میں اہم ہوتے ہیں۔

کسی جسم کے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اس کے ٹمپریچر پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک ٹھوس شے کے مالیکیولز کم ٹمپریچر کے مقابلہ میں زیادہ ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ (amplitude) سے وائبریٹ کرتے ہیں۔ پس گرم کرنے پر کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھ جاتا ہے۔ جیسے جیسے کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھتا چلا جاتا ہے وہ زیادہ دور تک ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں۔ اس طرح سے شے کی لمبائی، چوڑائی اور موٹائی میں اضافہ ہوتا ہے۔

(a)

(b)

شکل 8.4: ایک جسم کے مالیکیولز حرکت کرتے ہوئے (a) کم ٹمپریچر پر کم ایمپلی ٹیوڈ (b) بلند ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ۔

ٹھوس اجسام میں طولی حرارتی پھیلاؤ (Linear Thermal Expansion in Solids)

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ ٹھوس اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں اور ان کا پھیلاؤ ٹمپریچر کی ایک وسیع حد میں تقریباً یکساں رہتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک دھاتی سلاخ جس کی لمبائی L_o اور اس کا ٹمپریچر T_o ہے۔ اسے T ٹمپریچر تک گرم کرنے پر اس کی لمبائی L ہو جاتی ہے۔ پس

$$\text{سلاخ کی لمبائی میں اضافہ} = \Delta L = L - L_o$$

$$\text{ٹمپریچر میں اضافہ} = \Delta T = T - T_o$$

تجربہ سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ٹھوس اشیا کی لمبائی میں تبدیلی اس کی ابتدائی لمبائی اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

پس

$$\Delta L \propto L_o \Delta T$$

یا
$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T \quad \dots \dots \dots \quad (8.9)$$

یا
$$L - L_o = \alpha L_o \Delta T$$

یا
$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T) \quad \dots \quad (8.10)$$

جبکہ α کسی شے کے طولی حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ ہے۔

مساوات (8.9) کی مدد سے

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T} \quad \dots \dots \dots \quad (8.11)$$

پس کسی شے کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔
اگر کسی سلاخ کی ایک میٹر لمبائی کو 1K ٹمپریچر کے فرق تک گرم کیا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافے کو طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہتے ہیں۔

چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ ٹیبل (8.3) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 8.3: چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ

شے	$\alpha\ (K^{-1})$
ایلومینیم	2.4×10^{-5}
پیتل	1.9×10^{-5}
کاپر	1.7×10^{-5}
سٹیل	1.2×10^{-5}
سلور	1.93×10^{-5}
گولڈ	1.3×10^{-5}
پلاٹینم	8.6×10^{-5}
ٹنگسٹن	0.4×10^{-5}
گلاس	0.3×10^{-5}
کنکریٹ	1.2×10^{-5}

مثال 8.6

ایک پیتل کی سلاخ جو 0°C ٹمپریچر پر ایک میٹر لمبی ہے۔ اس کی لمبائی 30°C پر معلوم کیجیے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5}\ K^{-1}$ ہے۔

حل

$$L_o = 1m$$
$$t = 30°C$$
$$t_o = 0°C$$
$$T_o = 0 + 273 = 273K$$
$$T = 30 + 273 = 303K$$
$$\Delta T = T - T_o = 303\ K - 273\ K = 30\ K$$
$$\alpha = 1.9 \times 10^{-5}\ K^{-1}$$

چونکہ
$$L = L_o(1 + \alpha \Delta T)$$

اس لیے $L = 1\ m \times (1 + 1.9 \times 10^{-5} K^{-1} \times 30\ K)$

$L = 1.00057\ m$

پس 30°C پر پیتل کی سلاخ کی لمبائی 1.00057 m ہوگی۔

والیوم میں حرارتی پھیلاؤ (Volume Thermal Expansion)

ٹمپریچر کی تبدیلی کے ساتھ کسی ٹھوس شے کا والیوم بھی تبدیل ہوتا ہے اور اسے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔ فرض کریں ایک ٹھوس شے جس کا T_o ٹمپریچر پر ابتدائی والیوم V_o ہے۔ ٹھوس شے کو ٹمپریچر T تک گرم کرنے پر اس کا والیوم V ہو جاتا ہے۔ اس طرح

ٹھوس شے کے والیوم میں تبدیلی $\Delta V = V - V_o$

اور ٹمپریچر میں تبدیلی $\Delta T = T - T_o$

طولی پھیلاؤ کی طرح والیوم میں تبدیلی ΔV ابتدائی والیوم V_o اور ٹمپریچر میں تبدیلی ΔT کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ پس

$$\Delta V \propto V_o \Delta T$$

یا
$$\Delta V = \beta V_o \Delta T \quad \dots \dots \dots \dots (8.12)$$

یا
$$V - V_o = \beta V_o \Delta T$$

$$\therefore \quad V = V_o (1 + \beta \Delta T) \quad \dots \dots \dots (8.13)$$

جبکہ β والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کو ظاہر کرتا ہے۔

مساوات (8.12) کی مدد سے

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_o \Delta T} \quad \dots \dots \dots \dots (8.14)$$

پس کسی شے کے والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ β کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

کسی شے کے یونٹ والیوم میں ٹمپریچر کی فی کیلون (1K) تبدیلی کے ساتھ ہونے والی تبدیلی والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتی ہے۔

ٹیبل 8.4: مختلف اشیا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ

شے	$\beta\ (K^{-1})$
ایلومینیم	7.2×10^{-5}
پیتل	6.0×10^{-5}
کاپر	5.1×10^{-5}
سٹیل	3.6×10^{-5}
پیرافین	27.0×10^{-5}
گلاس	0.9×10^{-5}
گلیسرین	53×10^{-5}
مرکری	18×10^{-5}
پانی	21×10^{-5}
ہوا	3.67×10^{-3}
کاربن ڈائی آکسائیڈ	3.72×10^{-3}
ہائیڈروجن	3.66×10^{-3}

طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ اور والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کا تعلق یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\beta = 3\,\alpha \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \ldots \quad \ldots (8.15)$$

مثال 8.7

100°C پر پیتل کے کیوب کا والیوم معلوم کریں۔ جس کی لمبائی 0°C پر 10 سینٹی میٹر ہے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5}\,K^{-1}$ ہے۔

حل

ابتدائی لمبائی $L_o = 10cm = 0.1\ m$

ابتدائی ٹمپریچر $T_o = 0^\circ C = (0 + 273)\ K = 273\ K$

$T = 100^\circ C = (100 + 273)\ K = 373\ K$

$\Delta T = T - T_o$

$= 373\ K - 273\ K = 100\ K$

$\alpha = 1.9 \times 10^{-5}\,K^{-1}$

کیونکہ $\beta = 3\,\alpha$

اس لیے $\beta = 3 \times 1.9 \times 10^{-5}\,K^{-1}$

$= 5.7 \times 10^{-5}\,K^{-1}$

ابتدائی والیوم $V_o = L^3_o = (0.1\ m)^3$

$= 0.001\ m^3 = 10^{-3}\ m^3$

کیونکہ $V = V_o(1 + \beta\Delta T)$

اس لیے $V = 10^{-3}\ m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-5}\,K^{-1} \times 100\ K)$

یا $V = 10^{-3}\ m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-3})$

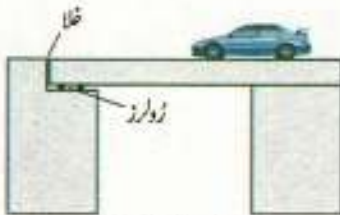
$= 10^{-3}\ m^3 \times (1 + 0.0057)$

$= 1.0057 \times 10^{-3}\ m^3$

پس 100°C پر پیتل کے کیوب کا والیوم $1.0057 \times 10^{-3}\ m^3$ ہوگا۔

حرارتی پھیلاؤ کے اثرات
(Consequences of Thermal Expansion)

ریلوے کی پٹڑیوں کے درمیان خلا کیوں رکھا جاتا ہے؟ ٹھوس اشیا کا پھیلاؤ پلوں، ریلوے کی پٹڑیوں اور سڑکوں کو نقصان پہنچا سکتا ہے۔ کیونکہ یہ مستقل طور پر ٹمپریچر کی تبدیلیوں کے زیر اثر رہتے ہیں۔ لہٰذا تعمیر کرتے وقت ٹمپریچر کے ساتھ پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے لیے گنجائش رکھی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر ریلوے کی پٹڑیاں بچھاتے وقت ان کے درمیان خلا چھوڑا جاتا ہے تا کہ گرمی کے موسم کے دوران پٹڑی کا پھیلاؤ اس کے ٹیڑھا ہونے کا سبب نہ بنے۔

شکل 8.15: موسم گرما کے دوران حرارتی پھیلاؤ کی تلافی کے لیے ریلوے کی پٹڑیوں میں خالی جگہ چھوڑی جاتی ہے۔

شکل 8.16: ایسے پلوں میں جن کے ایک سرے پر رولرز موجود ہوں۔ پھیلاؤ یا سکڑاؤ کے لیے گنجائش مہیا کرتے ہیں۔

سٹیل کے شہتیروں (steel girders) سے بنائے گئے پل بھی دن کے دوران پھیلتے ہیں اور رات کے دوران سکڑتے ہیں۔ اگر ان کے سروں کو مضبوطی سے پیوست کر دیا جائے تو یہ ٹیڑھے ہو جائیں گے۔ اس لیے حرارتی پھیلاؤ کے لیے ان کے ایک سرے کو فکس کر دیا جاتا ہے جبکہ دوسرے سرے کو پھیلاؤ کے لیے چھوڑے گئے خلا میں لگے رولرز (rollers) پر رکھ دیا جاتا ہے۔ الیکٹرک سپلائی کے لیے لگائے گئے کھمبوں پر لٹکائے گئے تاروں کو کسی حد تک ڈھیلا رکھا جاتا ہے تا کہ موسم سرما میں بغیر ٹوٹے سکڑ سکیں۔

شکل 8.17: الیکٹریسٹی کے کھمبوں پر لگی تاروں کو موسم سرما میں ٹوٹنے سے بچاؤ کے لیے کچھ ڈھیلا رکھا جاتا ہے۔

حرارتی پھیلاؤ کا اطلاق
(Applications of Thermal Expansion)

حرارتی پھیلاؤ کا ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہوتا ہے۔ تھرمومیٹرز میں حرارتی پھیلاؤ ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ بوتل کے سخت ڈھکن کو کھولنے کے لیے اسے ایک منٹ کے لگ بھگ گرم پانی میں ڈبوئیے۔ میٹل کا ڈھکن پھیلتا ہے اور ڈھیلا ہو جاتا ہے۔ اب اسے آسانی سے کھولا جا سکتا ہے۔

سٹیل کی پلیٹوں کو مضبوطی سے جوڑنے کے لیے پلیٹوں میں موجود سوراخوں میں سرخ گرم ریوٹس (rivets) ٹھونکی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.18a) میں دکھایا گیا ہے۔ ریوٹس کے سرے کو پھر ہتھوڑے سے کوٹا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر ریوٹس سکڑتی ہیں اور پلیٹیں مضبوطی کے ساتھ آپس میں جکڑی جاتی ہیں۔

شکل 8.18 (a) گرم ریوٹس ڈالنے پر (b) ریوٹس کے سروں کو ہتھوڑے سے کوٹنے کے بعد ٹھنڈا ہونے پر۔

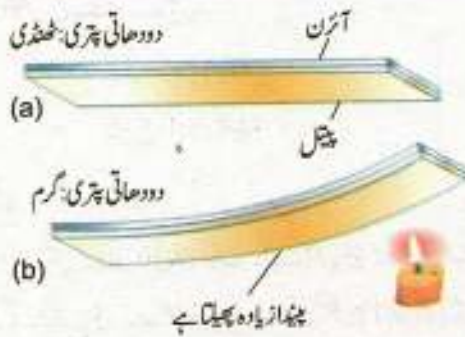
بیل گاڑیوں کے لکڑی کے پہیوں پر لوہے کے حلقے (rims) چڑھائے جاتے

ہیں۔ لوہے کے حلقوں کو گرم کیا جاتا ہے۔ حرارتی پھیلاؤ ان کے لکڑی کے پہیے پر پھسل کر چڑھنے کا سبب بنتا ہے۔ گرم حلقہ چڑھانے کے بعد اس پر پانی ڈال کر ٹھنڈا کر لیا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر حلقہ سکڑ کر پہیے کے ساتھ مضبوطی سے جڑ جاتا ہے۔

دو دھاتی پٹری (Bimetallic Strip)

دو دھاتی پٹری میں مختلف میٹلز کی دو باریک پٹریاں جیسے پیتل اور لوہا باہم جوڑ دی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.19a) میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ پیتل لوہے سے زیادہ پھیلتا ہے۔ یہ غیر مساوی پھیلاؤ پٹری کے مڑ جانے کا سبب بنتا ہے۔ اس لیے گرم کرنے پر یہ مڑ جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (8.19b) میں دکھایا گیا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

پانی 4°C سے نیچے ٹھنڈا کرنے پر پھیلتا ہے۔ حتیٰ کہ اس کا ٹمپریچر 0°C پر پہنچ جائے۔ مزید ٹھنڈا کرنے پر اس کا والیوم اچانک بڑھتا ہے۔ جیسا کہ یہ 0°C پر برف میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جب برف کو 0°C سے نیچے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو یہ سکڑتی ہے۔ یعنی ٹھوس اشیا کی طرح والیوم کم ہو جاتا ہے۔ پانی کا یہ غیر معمولی پھیلاؤ پانی کا بے قاعدہ پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

شکل 8.19: (a) پیتل اور لوہے کی دو دھاتی پٹری (b) پیتل - آئرن دو دھاتی پٹری ان کے درمیان حرارتی پھیلاؤ کے فرق کی وجہ سے مڑتی ہے۔

دو دھاتی پٹریاں مختلف مقاصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ دو دھاتی پٹریاں تھرمومیٹرز میں ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز بھٹیوں (furnaces) اور تنوروں (ovens) کا ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز تھرموسٹیٹ (thermostat) میں ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ دو دھاتی پٹری الیکٹرک استری میں ہیٹر کی کوائل کا ٹمپریچر کنٹرول کرنے والے تھرموسٹیٹ سوئچ میں بھی استعمال ہوتی ہے جیسا کہ شکل (8.20) میں دکھایا گیا ہے۔

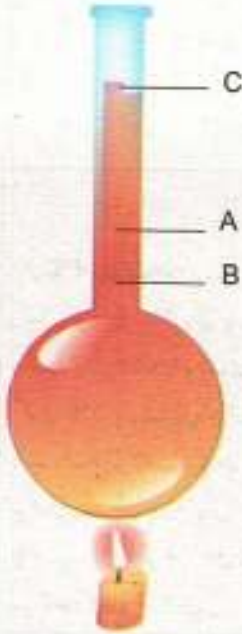
شکل 8.20: دو دھاتی تھرموسٹیٹ پہلے سے سیٹ کیے گئے ٹمپریچر پر الیکٹرک سرکٹ کو کاٹ دیتا ہے۔

مائعات کا حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion of Liquids)

مائعات کے مالیکیولز کسی مائع کے اندر تمام اطراف میں حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتے ہیں۔ مائع کو گرم کرنے پر اس کے مالیکیولز کی تھرتھراہٹ کا اوسط ایمپلی ٹیوڈ

بڑھ جاتا ہے۔ مالیکیولز ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں جس کے لیے انہیں زیادہ جگہ درکار ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ مائعات گرم کرنے پر پھیلتے ہیں۔ مائعات میں حرارتی پھیلاؤ ان کے مالیکیولز کے درمیان کشش کی کمزور فورسز کے سبب ٹھوس کے مقابلہ میں زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے مائعات کے والیوم کے حرارتی پھیلاؤ کی شرح ٹھوس اشیا سے زیادہ بڑی ہوتی ہے۔

مائعات کی اپنی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ ایک مائع ہمیشہ جس برتن میں انڈیلا جاتا ہے اس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ نیز جب مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو مائع اور برتن دونوں کے والیوم میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا مائع کے لیے حرارتی والیوم میں پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔

- حقیقی والیوم پھیلاؤ
- ظاہری والیوم پھیلاؤ

شکل 8.21: مائع کا ظاہری اور حقیقی پھیلاؤ

سرگرمی

ایک لمبی گردن والی فلاسک لیجیے۔ اس کی گردن پر لگے ہوئے نشان A تک اسے رنگ دار پانی سے بھر لیجیے۔ جیسا کہ شکل (8.21) میں دکھایا گیا ہے۔ اب فلاسک کو پیندے سے گرم کرنا شروع کریں۔ پانی کی سطح پہلے B پوائنٹ تک نیچے گرتی ہے اور پھر C پوائنٹ تک اوپر چڑھتی ہے۔ حرارت پہلے صراحی تک پہنچتی ہے جو پھیلتی ہے اور اس کے والیوم میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ نتیجتاً مائع فلاسک میں نیچے آ جاتا ہے اور اس کی سطح B پوائنٹ تک نیچے گر جاتی ہے۔ کچھ دیر کے بعد مائع گرم ہونے پر نشان B سے اوپر چڑھنا شروع ہو جاتا ہے۔ کسی ٹمپریچر پر یہ نشان C تک پہنچ جاتا ہے۔ مائع کی سطح میں A سے C تک کا اضافہ مائع کے والیوم میں ظاہری پھیلاؤ کے سبب ہوتا ہے۔ مائع کا حقیقی پھیلاؤ فلاسک میں ہونے والے پھیلاؤ کی وجہ سے اس کے حرارتی پھیلاؤ کے علاوہ A اور C کے درمیان والیوم کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ پس

مائع کا حقیقی پھیلاؤ = مائع کا ظاہری پھیلاؤ + صراحی کا پھیلاؤ

یا $$BC = AC + AB \quad \ldots\ldots (8.16)$$

کسی مائع کا والیوم میں پھیلاؤ بشمول برتن کے پھیلاؤ کے، مائع کا حقیقی والیوم میں پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح β_r کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔
ایک مائع کے حقیقی والیوم میں اس کے ٹمپریچر میں 1K (1°C) اضافہ سے ہونے والی تبدیلی مائع کے والیوم میں حقیقی پھیلاؤ کی شرح β_r کہلاتی ہے۔
والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح β_r ہمیشہ برتن کے والیوم میں پھیلاؤ کی شرح β_g کے برابر مقدار سے والیوم میں پھیلاؤ کی ظاہری شرح β_a سے بڑی ہوتی ہے۔لہٰذا

$$\beta_r = \beta_a + \beta_g \quad \dots \dots \dots (8.17)$$

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مختلف مائعات میں والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شیئٹ مختلف ہوتے ہیں۔

خلاصہ

- کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کو ٹمپریچر کہتے ہیں۔
- تھرمومیٹر کسی جسم یا جگہ کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے بنائے جاتے ہیں۔
- لوئر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمومیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے جس پر برف پگھلتی ہے۔
- اپر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمومیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے جس پر پانی کھولتا ہے۔
- ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی:

  سیلسیس سے کیلون سکیل:

  $$T(K) = 273 + C$$

  کیلون سے سیلسیس سکیل:

  $$C = T(K) - 273$$

  سیلسیس سے فارن ہائیٹ سکیل:

  $$F = 1.8C + 32$$

- حرارت انرجی کی ایک قسم ہے۔اس انرجی کو اس وقت تک حرارت کہا جاتا ہے جب تک یہ ایک جسم سے دوسرے جسم کو منتقلی کے مراحل میں ہوتی ہے۔ جب ایک جسم کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی میں اضافہ ہوجاتا ہے اور مالیکیولز کا اوسط درمیانی فاصلہ بڑھ جاتا ہے۔
- مائعات اور گیسز کے حرارتی والیوم کے پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔والیوم کا ظاہری پھیلاؤ اور والیوم کا حقیقی پھیلاؤ۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کے ٹمپریچر میں ایک کیلون 1K (1°C) اضافہ کے لیے درکار حرارت کی مقدار، حرارت مخصوصہ کہلاتی ہے۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس حالت سے مائع حالت میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت اس کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔
- ایک مائع کے یونٹ ماس کو کسی کونسٹنٹ ٹمپریچر پر مکمل طور پر مائع سے گیس میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت کی مقدار کو ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کہتے ہیں۔

- یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ٹھوس اجسام گرم ہونے پر پھیلتے ہیں اور ان کا پھیلاؤ ٹمپریچر کی ایک وسیع حد میں قریباً یونیفارم ہوتا ہے۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

- کسی سلاخ کے ایک کیلون ٹمپریچر کے اضافہ سے ہونے والی طولی پھیلاؤ کی شرح، طولی حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتا ہے۔

- ایک ٹھوس جسم کا والیوم اس کے ٹمپریچر کے تبدیل ہونے سے تبدیل ہوتا ہے، اسے والیوم کا پھیلاؤ کہتے ہیں۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$V = V_o (1 + \beta \Delta T)$$

- کسی جسم میں ایک کیلون ٹمپریچر کے اضافے سے ہونے والی والیوم کی شرح میں تبدیلی اس کے والیوم کے حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتا ہے۔

سوالات

8.1 مندرجہ ذیل ممکنہ جوابات میں سے درست جوابات کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) پانی جس ٹمپریچر پر برف بن جاتا ہے:

(a) 0 °F (b) 32 °F
(c) −273 K (d) 0 K

(ii) نارمل یا صحت مند انسانی جسم کا ٹمپریچر ہے:

(a) 15 °C (b) 37 °C
(c) 37 °F (d) 98.6 °C

(iii) مرکری کو تھرمومیٹرک میٹیریل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ یہ رکھتا ہے:

(a) کم فریزنگ پوائنٹ (b) یکساں حرارتی پھیلاؤ
(c) کم حرارتی گنجائش (d) یہ تمام خصوصیات

(iv) کون سا میٹیریل زیادہ حرارت مخصوصہ کا حامل ہے؟

(a) کاپر (b) برف
(c) پانی (d) مرکری

(v) درج ذیل میں سے کس میٹیریل کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت زیادہ ہوتی ہے؟

(a) سٹیل (b) پیتل (c) گولڈ (d) ایلومینیم

(vi) ایک ٹھوس شے کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔ اس کے والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت ہوگی:

(a) $2 \times 10^{-5} K^{-1}$
(b) $6 \times 10^{-5} K^{-1}$
(c) $8 \times 10^{-15} K^{-1}$
(d) $8 \times 10^{-5} K^{-1}$

(vii) ان میں سے کون سا جزو ایویپوریشن کو متاثر کرتا ہے؟

(a) ٹمپریچر (b) مائع کی سطح کا ایریا
(c) ہوا (d) یہ تمام عوامل

8.2 حرارت کا بہاؤ گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف ہوتا ہے۔ کیوں؟

8.3 حرارت اور ٹمپریچر کی اصطلاحات کی تعریف کریں۔

8.4 کسی جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

8.5 کسی گیس کے مالیکیولز کی موشن پر حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے؟

8.6 تھرمومیٹر کیا ہوتا ہے؟ مرکری کو تھرمومیٹرک میٹیریل کے طور پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

8.7 والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کی وضاحت کریں۔

8.8 حرارت مخصوصہ کی تعریف کیجیے۔ ایک ٹھوس جسم کی حرارت مخصوصہ کیسے معلوم کی جاتی ہے؟

8.9 پگھلاؤ کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

8.10 ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

8.11 ایوپوریشن سے کیا مراد ہے؟ کسی مائع کی ایوپوریشن کا انحصار کن عوامل پر ہوتا ہے؟ واضح کریں۔ ایوپوریشن سے ٹھنڈک کیسے پیدا ہوتی ہے؟

مشقی سوالات

8.1 ایک بیکر میں موجود پانی کا ٹمپریچر 50 °C ہے۔ فارن ہائیٹ سکیل میں ٹمپریچر کتنا ہوگا؟ (122°F)

8.2 انسانی جسم کا نارمل ٹمپریچر 98.6 °F ہوتا ہے۔ اسے سیلسیس اور کیلون سکیل میں تبدیل کیجیے۔
(37°C, 310K)

8.3 2 میٹر لمبی ایک ایلومینیم کی سلاخ کو 0 °C سے 20 °C تک گرم کیا گیا ہے۔ سلاخ کی لمبائی میں اضافہ معلوم کریں۔ جبکہ ایلومینیم کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت 2.5×10^{-5} K^{-1} ہے۔
(0.1cm)

8.4 ایک غبارے میں 15°C پر $1.2 m^3$ ہوا موجود ہے۔ اس کا والیوم 40°C پر معلوم کیجیے۔ جبکہ ہوا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت 3.67×10^{-3} m^3 ہے۔ $(1.3\ m^3)$

8.5 0.5 کلوگرام پانی کا ٹمپریچر 10 °C سے 65 °C تک بڑھانے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟
(115500 J)

8.6 ایک الیکٹرک ہیٹر $1000\ Js^{-1}$ کی شرح سے حرارت مہیا کرتا ہے۔ 200 گرام پانی کا ٹمپریچر 20°C سے 90 °C تک بڑھانے کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا؟ (58.8 s)

8.7 50000 جول حرارت مہیا کرنے سے کتنی برف پگھلے گی؟ جبکہ برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $336000\ Jkg^{-1}$ ہے۔ (150 g)

8.8 -10°C ٹمپریچر پر موجود 100g برف کو پگھلا کر 10°C ٹمپریچر پر پانی میں تبدیل کرنے کے لیے درکار حرارت کی مقدار معلوم کیجیے۔ جبکہ (برف کی حرارت مخصوصہ $2100\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔ پانی کی حرارت مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ ہے اور برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $336000\ Jkg^{-1}$ ہے۔ (39900 J)

8.9 100 گرام پانی کو 100°C ٹمپریچر پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی؟ جبکہ پانی کی ایوپوریشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔
$(2.26\times10^5\ J)$

8.10 10 °C ٹمپریچر پر موجود 500 g پانی میں سے 100 °C پر 5 g بھاپ گزارنے کے بعد پانی کا ٹمپریچر معلوم کیجیے جبکہ پانی کی حرارت مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ اور پانی کی ایوپوریشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔
(16.2 °C)

یونٹ 9

انتقال حرارت

Transfer of Heat

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- اعادہ کر سکیں کہ تھرمل انرجی بلند ٹمپریچر والی جگہ سے کم ٹمپریچر والی جگہ کی طرف منتقل ہوتی ہے۔
- مالیکیولز اور الیکٹرونز کی بنیاد پر بیان کر سکیں کہ ٹھوس اجسام میں انتقال حرارت کیسے عمل میں آتی ہے۔
- ٹھوس کنڈکٹرز میں انتقال حرارت پر اثر انداز ہونے والے عوامل بیان کر سکیں اور اس طرح تھرمل کنڈکٹیویٹی کی تعریف کر سکیں۔
- ٹھوس کنڈکٹرز کے تھرمل کنڈکٹیویٹی پر مبنی مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- حرارت کے اچھے اور ناقص کنڈکٹرز کی مثالیں تحریر کر سکیں اور ان کا استعمال بیان کر سکیں۔
- مائعات اور گیسز میں ڈینسٹی کے فرق کے باعث کنویکشن کرنٹس (convection currents) کی وضاحت کر سکیں۔
- روز مرہ زندگی میں کنویکشن کے ذریعے انتقال حرارت کی چند مثالیں بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ انسولیشن، کنڈکشن کے ذریعہ ہونے والی انرجی ٹرانسفر میں کمی کرتی ہے۔
- تمام اجسام سے ریڈی ایشنز خارج ہونے کا عمل بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ ریڈی ایشن کے ذریعے کسی جسم کی انرجی ٹرانسفر کے لیے

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

انتقال حرارت — سائنس-VII

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

تھرموڈائنامکس — فزکس-XI

کسی میٹیریل میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی اور انرجی ٹرانسفر کی شرح کا انحصار ہے:

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا

اہم تصورات

9.1 انتقالِ حرارت کے تین طریقے
9.2 کنڈکشن
9.3 کنویکشن
9.4 ریڈی ایشن
9.5 انتقالِ حرارت کا روزمرہ اطلاق اور نتائج

تحقیقی مہارت

- پنکی (پوٹاشیم پرمینگنیٹ) کے چند کرسٹلز کسی گول پیندے والی شیشے کی فلاسک میں ڈال کر کنویکشن کے ذریعے واٹر ہیٹنگ کا عمل بیان کر سکیں۔
- واضح کر سکیں کہ پانی حرارت کا ناقص کنڈکٹر ہے۔
- لیزلی کیوب (Leslie cube) کی مدد سے کسی سیاہ سطح اور چمک دار سطح کے ریڈی ایشن جذب کرنے کی صلاحیت پر تحقیق کر سکیں۔
- لیزلی کیوب کی مدد سے کسی سیاہ سطح اور چمک دار سطح کا ریڈی ایشن خارج کرنے کی صلاحیت پر تحقیق کر سکیں۔

حرارت

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- کھانا پکانے کے برتن، الیکٹرک کیتلی، ائیر کنڈیشنر، ریفریجریٹر کیویٹی وال انسولیشن (cavity wall insulation)، ویکیوم فلاسک اور گھریلو گرم پانی کے سسٹم کو انتقالِ حرارت کے عمل کے نتیجہ کے طور پر بیان کر سکیں۔
- سمندری حیات کی پرورش کے لیے سمندری پانی میں کنویکشن کے عمل کی وضاحت کر سکیں۔
- ساحلی آب و ہوا کو معتدل رکھنے میں نسیم بری اور نسیم بحری کا کردار بیان کر سکیں۔
- سپیس ہیٹنگ (space heating) میں کنویکشن کا کردار بیان کر سکیں۔
- کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ حرارت کے اطلاق اور اس کے نتائج کی روزمرہ زندگی میں نشان دہی اور وضاحت کر سکیں۔

- وضاحت کر سکیں کہ پرندے کیسے یہ صلاحیت حاصل کرتے ہیں کہ گھنٹوں اپنے پروں کو پھڑ پھڑائے بغیر محو پرواز رہ سکیں ۔ اور گلائیڈر کیونکر ان تھرمل کرنٹس (thermal currents) پر جو کہ آسمان میں بلند ہوتی ہوئی گرم ہوا کی لہریں ہیں سوار ہو کر بلند ہونے کا اہل ہوتا ہے۔
- ہیٹ ریڈی ایشن کے نتیجہ کی گرین ہاؤس ایفیکٹ میں اور گلوبل وارمنگ میں اثرات کی وضاحت کر سکیں۔

حرارت انرجی کی ایک اہم شکل ہے۔ یہ ہماری زندگی کے لیے ضروری ہے۔ ہمیں کھانا پکانے کے لیے اور اپنے جسم کا ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے اس کی ضرورت ہوتی ہے۔ صنعت وحرفت میں بھی حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہمارے لیے یہ جاننا بھی ضروری ہے کہ حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ کیسے پہنچتی ہے۔ تاکہ ہم خود کو گرمی اور سردی سے محفوظ رکھ سکیں۔ اس یونٹ میں ہم انتقال حرارت کے مختلف طریقوں کے متعلق پڑھیں گے۔

9.1 انتقال حرارت (Transfer of Heat)

شکل 9.1: انتقال حرارت کے تین طریقے

یاد کیجیے کہ جب مختلف ٹمپریچر کے دو اجسام کو ایک دوسرے کے ساتھ ملایا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے۔ گرم جسم کی تھرمل انرجی حرارت کی صورت میں سرد جسم کی جانب بہتی ہے۔ اسے انتقال حرارت کہتے ہیں۔ انتقال حرارت ایک قدرتی عمل ہے۔ یہ عمل ہر

وقت بلند ٹمپریچر والے جسم سے کم ٹمپریچر والے جسم کی طرف جاری رہتا ہے۔
انتقالِ حرارت کے تین طریقے ہیں جو درج ذیل ہیں۔

- کنڈکشن
- کنویکشن
- ریڈی ایشن

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

اپنے اردگرد ایسے اجسام پر غور کیجیے جو حرارت حاصل کر رہے ہیں یا خارج کر رہے ہیں۔

9.2 کنڈکشن (Conduction)

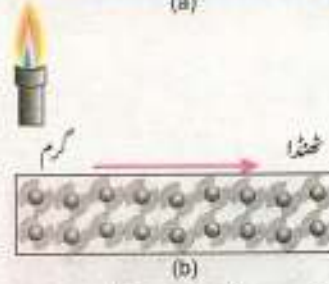
میٹل کے چمچ کو گرم پانی میں رکھنے سے اس کا ہینڈل جلد گرم ہو جاتا ہے۔ لیکن لکڑی کے چمچ کی صورت میں ہینڈل جلد گرم نہیں ہوتا۔ انتقالِ حرارت کے لحاظ سے ان دونوں میٹیریلز کا طرزِ عمل مختلف ہوتا ہے۔ تمام میٹلز اور نان میٹلز حرارت کا ایصال (conduct heat) کرتی ہیں۔ میٹلز، نان میٹلز سے عموماً حرارت کی بہتر کنڈکٹرز ہوتی ہیں۔

ٹھوس اشیا میں ایٹمز یا مالیکیولز ایک دوسرے کے انتہائی قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (9.2a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ اپنی وسطی پوزیشن پر رہتے ہوئے مسلسل وائبریٹ کرتے رہتے ہیں۔ جب کسی ٹھوس کو ایک سرے سے گرم کیا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟ اس حصہ میں موجود ایٹمز یا مالیکیولز زیادہ تیزی کے ساتھ وائبریٹ کرنا شروع کر دیتے ہیں۔ وہ اپنے ساتھ والے ایٹمز یا مالیکیولز کے ساتھ پہلے سے زیادہ فورس سے ٹکراتے ہیں۔ ایسا کرتے ہوئے وہ اپنی کچھ انرجی ساتھ والے ایٹمز یا مالیکیولز کو منتقل کر دیتے ہیں، جس سے ان کی وائبریشن بھی بڑھ جاتی ہے۔ یہ ایٹمز یا مالیکیولز حاصل کی گئی انرجی کا کچھ حصہ مزید آگے اپنے پڑوسی ایٹمز یا مالیکیولز کو منتقل کرتے چلے جاتے ہیں۔ اس طرح حرارت ٹھوس جسم کے دوسرے حصوں تک منتقل ہو جاتی ہے۔ یہ ایک سست عمل ہے اور حرارت کی بہت کم مقدار ٹھوس جسم کے گرم حصوں سے سرد حصوں کی طرف منتقل ہوتی ہے۔ پھر میٹلز میں نان میٹلز کی بہ نسبت حرارت اتنی تیزی سے کس طرح گرم حصوں سے سرد حصوں کو منتقل ہوتی ہے؟ میٹلز میں آزاد الیکٹرونز ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (9.3) میں دکھایا گیا ہے۔ جبکہ نان میٹلز میں آزاد الیکٹرونز نہیں ہوتے۔ یہ آزاد الیکٹرونز میٹلز میں ہر وقت انتہائی تیز رفتاری سے متحرک رہتے

گرم — ہیٹ انرجی کا بہاؤ — ٹھنڈا

(a)

گرم — ٹھنڈا

(b)

شکل 9.2: ٹھوس اشیا میں انتقالِ حرارت ان کے ایٹمز یا مالیکیولز کے ٹکرانے سے عمل میں آتی ہے۔

شکل 9.3: میٹلز میں حرارت کی کنڈکشن

ہیں اور اپنی تیز رفتاری کے باعث حرارت کو بہت تیزی سے گرم حصوں سے سرد حصوں کو منتقل کرتے ہیں۔ اس طرح حرارت نان میٹلز کی بہ نسبت میٹلز میں بہت تیزی سے منتقل ہوتی ہے۔ پس

ٹھوس اجسام میں ایٹمز کی وائبریشنز اور آزاد الیکٹرونز کی تیز رفتاری سے گرم حصوں سے سرد حصوں کی جانب انتقالِ حرارت کا طریقہ کنڈکشن کہلاتا ہے۔

تمام میٹلز حرارت کی اچھی کنڈکٹرز ہیں۔ وہ اشیا جن میں سے حرارت کا گزر آسانی سے نہیں ہوتا ناقص کنڈکٹرز یا انسولیٹرز (insulator) کہلاتی ہیں۔ لکڑی، کارک، کاٹن، اُون، گلاس، ربڑ، وغیرہ ناقص کنڈکٹرز یا انسولیٹر اشیا ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ہلکے تھرموپور یا سٹائروفوم (styrofoam) کے ڈبوں میں رکھی ہوئی گرم خوراک ایک لمبے عرصے تک گرم رہتی ہے۔ سٹائروفوم حرارت کا ناقص کنڈکٹر ہے۔ یہ حرارت کو ڈبے سے آسانی سے خارج نہیں ہونے دیتا۔ کیا اسے آئس کریم کو ایک لمبے عرصے تک ٹھنڈا رکھنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے؟

تھرمل کنڈکٹیویٹی (Thermal Conductivity)

حرارت کی کنڈکشن کی شرح مختلف میٹیریلز میں مختلف ہوتی ہے۔ میٹلز میں حرارت، انسولیٹرز مثلاً لکڑی اور ربڑ کے مقابلہ میں زیادہ تیزی سے بہتی ہے۔ فرض کریں ایک ٹھوس بلاک جیسا کہ شکل (9.4) میں دکھایا گیا ہے۔ ٹھوس بلاک کی دونوں مخالف سطحوں کا کراس سیکشن ایریا A ہے۔ اس کی ایک سطح کو ٹمپریچر T_1 تک گرم کیا گیا ہے۔ جبکہ L فاصلہ پر موجود مخالف سطح کا ٹمپریچر T_2 ہے اور لمبائی کے رخ پر t سیکنڈ میں بہنے والی حرارت کی مقدار Q ہے۔

شکل 9.4: مختلف ٹھوس اجسام میں جس شرح سے حرارت کا بہاؤ ہوتا ہے اس کا انحصار مختلف عوامل پر ہوتا ہے۔

حرارت کی وہ مقدار جو یونٹ وقت میں بہتی ہے حرارت کے بہاؤ کی شرح کہلاتی ہے۔

$$\text{پس} \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح} = \frac{Q}{t} \quad \dots \dots \dots \quad (9.1)$$

یہ مشاہدہ میں آیا ہے کہ کسی ٹھوس جسم میں حرارت کے بہاؤ کی شرح کا انحصار مختلف عوامل پر ہوتا ہے۔ مثلاً

ٹھوس شے کا کراس سیکشنل ایریا (Cross-sectional Area of a Solid)

چونکہ کسی بڑے کراس سیکشنل ایریا A کے حامل ٹھوس جسم کی ہر پیرالل تہ میں مالیکیولز اور آزاد الیکٹرونز بھی تعداد میں زیادہ ہوتے ہیں اس لیے اس میں حرارت کے بہاؤ کی

شرح بھی زیادہ ہوگی۔ پس

$$\frac{Q}{t} \propto A \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

ٹھوس شے کی لمبائی (Length of the Solid)

گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان ٹھوس جسم کی لمبائی جتنی زیادہ ہوگی، حرارت کو گرم سے ٹھنڈے حصے تک پہنچنے میں اتنا ہی زیادہ وقت لگے گا اور حرارت کے بہاؤ کی شرح اسی قدر کم ہوگی۔ پس

$$\frac{Q}{t} \propto \frac{1}{L} \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

سروں کے درمیان ٹمپریچر کا فرق (Temperature Difference between Ends)

ٹھوس جسم کے گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان ٹمپریچر کا فرق $(T_1 - T_2)$ جتنا زیادہ ہوگا، حرارت کے بہاؤ کی شرح بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔ پس

$$\frac{Q}{t} \propto (T_1 - T_2) \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

مندرجہ بالا عوامل کو اکٹھا کرنے سے

$$\frac{Q}{t} \propto \frac{A(T_1 - T_2)}{L} \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

یا

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA(T_1 - T_2)}{L} \quad \ldots\ldots (9.2)$$

یہاں k تناسب کا کونسٹنٹ ہے جسے ٹھوس میٹیریل کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کہا جاتا ہے۔ اس کی قیمت کا انحصار میٹیریل کی نوعیت پر ہوتا ہے جو مختلف میٹیریلز کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ مساوات (9.2) کی رو سے

$$k = \frac{Q}{t} \times \frac{L}{A(T_1 - T_2)} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ (9.3)$$

پس کسی شے کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے۔

ایک میٹر کیوب کی مخالف سطحوں کے درمیان حرارت کے بہاؤ کی شرح جن کے درمیان ایک کیلون ٹمپریچر کا فرق رکھا گیا ہو، کیوب کے میٹیریل کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کہلاتی ہے۔

چند عام اشیا کی تھرمل کنڈکٹیویٹی ٹیبل میں دی گئی ہیں۔

چند عام اشیا کی تھرمل کنڈکٹیویٹی

شے	$Wm^{-1}K^{-1}$
ہوا (خشک)	0.026
ایلومینیم	245
پیتل	105
اینٹ	0.6
کاپر	400
گلاس	0.8
برف	1.7
آئرن	85
لیڈ	35
پلاسٹک فوم	0.03
ربڑ	0.2
سلور	430
پانی	0.59
لکڑی	0.08

کنڈکٹرز اور نان کنڈکٹرز کا استعمال
(Use of Conductors and Non-conductors)

گھروں کے اندر بہتر طریقہ سے کی گئی انسولیشن کا مطلب ایندھن کے خرچ میں کمی ہے۔ اس لیے انرجی کی بچت کے لیے مندرجہ ذیل اقدامات کیے جاسکتے ہیں۔

- گرم پانی کی ٹینکیوں کو پلاسٹک یا فوم سے انسولیٹ کر دیا جائے۔
- وال کیوی ٹیز (wall cavities) کو پلاسٹک فوم یا معدنی اُون سے بھر دیا جائے۔
- انسولیٹرز کی مدد سے کمروں کی اندرونی چھتیں بنائی جائیں۔
- کھڑکیوں میں دوہری شیٹ والے شیشے استعمال کیے جائیں۔ ایسے شیشوں کی دونوں شیٹس کے درمیان ہوا ہوتی ہے جو انسولیٹر ہے۔

کسی جسم سے حرارت کو زیادہ تیزی سے منتقل کرنے کے لیے اچھے کنڈکٹرز استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ کُکر، کوکنگ پلیٹ، بوائلر، ریڈی ایٹرز اور ریفریجریٹرز کے کنڈنسر وغیرہ میٹلز جیسا کہ ایلومینیم یا کاپر سے بنائے جاتے ہیں۔

اسی طرح سے میٹل بکسز کو برف، آئس کریم، وغیرہ بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

انسولیٹرز یا ناقص کنڈکٹرز گھریلو برتنوں جیسا کہ ساس پین، ہاٹ پاٹ، چمچ، وغیرہ کے ہینڈل میں استعمال ہوتے ہیں۔ وہ لکڑی یا پلاسٹک سے بنے ہوتے ہیں۔ ہوا ناقص کنڈکٹرز یا بہترین انسولیٹرز میں سے ایک ہے۔ یہی وجہ ہے کہ خلا والی دیواریں، یعنی ایسی دو دیواریں جن کے درمیان ہوا اور دوہرے شیشوں والی کھڑکیاں ہوتی ہیں، گھروں کو سردیوں میں گرم اور گرمیوں میں ٹھنڈا رکھتی ہیں۔ اُون، نمدے، پشم، پرندوں کے پر، پولی سٹائرین، فائبر گلاس بھی ہوا کی موجودگی کے باعث ناقص کنڈکٹرز ہیں۔ ان میں سے کچھ میٹیریلز پانی کے پائپوں، گرم پانی والے سلنڈروں، الیکٹریسٹی یا گیس کے اوون (oven) ریفریجریٹرز گھروں کی دیواروں اور چھتوں کو انسولیٹ کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ موسم سرما کے گرم لباس

کیا آپ جانتے ہیں؟

پانی حرارت کا ایک ناقص کنڈکٹر ہے۔ ٹسٹ ٹیوب میں سطح پر پانی برنر سے حرارت لے کر برف کو پگھلائے بغیر ابلنے لگتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

حرارت کی تیزی سے منتقلی کے لیے ساس پین (Sauce-pan) میٹل سے بنائے جاتے ہیں۔

شکل 9.5: گھر کی بیرونی دیوار کے درمیان میں سافٹ انسولیشن بورڈ۔

تیار کرنے کے لیے اونی کپڑا استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال 9.1

25 سینٹی میٹر موٹائی والی اینٹوں کی بیرونی دیوار کا ایریا $20\ m^2$ ہے۔ گھر کا اندرونی ٹمپریچر $15°C$ اور بیرونی ٹمپریچر $35°C$ ہے۔ دیوار سے گزرنے والی حرارت کے بہاؤ کی شرح معلوم کیجیے۔ جبکہ اینٹوں کے لیے k کی قیمت $0.6\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔

حل

یہاں

$$A = 20\ m^2$$

$$L = 25\ cm = 0.25\ m$$

$$T_1 = 35 + 273 = 308\ K$$

$$T_2 = 15 + 273 = 288\ K$$

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$= 308\ K - 288\ K = 20\ K$$

$$k = 0.6\ Wm^{-1}K^{-1}$$

مساوات (9.2) استعمال کرتے ہوئے تھرمل انرجی کی کنڈکشن کی شرح ہے:

$$Q = \frac{k A (T_1 - T_2)}{L}$$

$$= \frac{0.6\ Wm^{-1}K^{-1} \times 20\ m^2 \times 20\ K}{0.25\ m}$$

$$Q = 960\ \text{watt}\ \text{یا}\ 960\ Js^{-1}$$

پس دیوار میں سے حرارت کے بہاؤ کی شرح $960\ Js^{-1}$ ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

پرندوں کے پر اچھی تھرمل انسولیشن مہیا کرتے ہیں، خصوصاً جب پھڑ پھڑائے جائیں۔

9.3 کنویکشن (Convection)

مائعات اور گیسز حرارت کے ناقص کنڈکٹرز ہوتے ہیں۔ تاہم حرارت سیال اشیا (fluid) (مائعات یا گیسز) میں ایک اور طریقہ سے منتقل ہوتی ہے، اسے کنویکشن کہتے ہیں۔

شکل 9.6: گرم ہوا سے بھرے گئے غبارے اوپر کی طرف اٹھتے ہیں۔ ہوا گرم ہونے پر ہلکی ہو جاتی ہے۔

گرم ہوا سے بھرا ہوا غبارہ اوپر کی طرف کیوں اٹھتا ہے؟ جب کسی مائع یا گیس کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ پھیلتے ہیں اور ہلکے ہو جاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (9.6) میں

دیکھایا گیا ہے۔ یہ گرم کیے گئے ایریا پر اوپر اٹھتے ہیں۔ اردگرد سے ٹھنڈا مائع یا گیس اس خالی کی گئی جگہ کو پُر کرتے ہیں۔ اور پھر یہ بھی گرم ہو کر اوپر اٹھتے ہیں۔ اسی طرح تمام سیال گرم ہو جاتا ہے۔ پس سیال اشیا میں انتقالِ حرارت مالیکیولز کی گرم حصوں سے سرد حصوں کی جانب حقیقی موومنٹ سے عمل میں آتی ہے۔

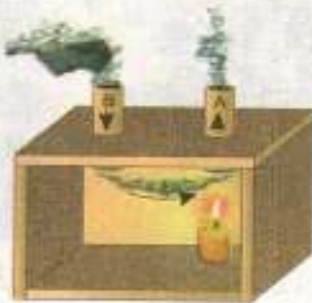
انتقالِ حرارت کا وہ طریقہ جو مالیکیولز کی گرم جگہ سے سرد جگہ کی جانب حقیقی موومنٹ سے عمل میں آتا ہے، کنویکشن کہلاتا ہے۔

تجربہ 9.1

ایک بیکر لیجیے۔ اسے دو تہائی پانی سے بھر لیجیے۔ بیکر کے نیچے برنر رکھ کر اسے گرم کیجیے۔ بیکر میں پوٹاشیم پرمینگنیٹ کی دو یا تین کرسٹلز ڈالیے۔ آپ دیکھیں گے کہ پانی میں ڈالی گئیں کرسٹلز سے رنگ دار دھاریاں (streaks) اوپر اٹھتی ہیں جو اطراف سے نیچے کی جانب حرکت کرتی ہیں جیسا کہ شکل (9.7) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ رنگ دار دھاریاں پانی کے کرنٹس (currents) کے راستے کو ظاہر کرتی ہیں۔ بیکر کے نیچے سے برنر ہٹانے پر پانی کے کرنٹس کیوں رک جاتے ہیں؟ جب بیکر کے پیندے کا پانی گرم ہو جاتا ہے تو یہ پھیلتا ہے، ہلکا ہونے کی وجہ سے پانی اوپر اٹھتا ہے جبکہ ٹھنڈا پانی اس کی جگہ لینے کے لیے نیچے کی جانب حرکت کرتا ہے۔ گرم ہونے پر یہ بھی اوپر کی جانب اٹھتا ہے۔

شکل 9.7: پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے کرسٹلز گرم کرنے پر پانی کی موومنٹ کو دکھانے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

ہوا میں کنویکشن کرنٹس (Convection Currents in Air)

گیسز بھی گرم ہونے پر پھیلتی ہیں۔ اس لیے ایٹما سفیئر کے مختلف حصوں میں ہوا کی ڈینسٹیز کے فرق کی وجہ سے کنویکشن کرنٹس آسانی تشکیل پاتے ہیں۔ اس کا مشاہدہ شکل (9.8) میں دکھائے گئے سادہ تجربہ سے کیا جا سکتا ہے۔ کیا آپ اس کی وضاحت کر سکتے ہیں؟

شکل 9.8: دھواں کنویکشن کی راہ عمل دکھاتے ہوئے۔

کنویکشن کرنٹس کا استعمال (Use of Convection Currents)

الیکٹرک، گیس یا کوئلے کے ہیٹروں سے تشکیل پانے والے کنویکشن کرنٹس ہمارے گھروں اور دفاتر کو گرم رکھنے میں مدد دیتے ہیں۔ عمارتوں میں سنٹرل ہیٹنگ سسٹم کنویکشن کے طریقہ پر ورک کرتا ہے۔ فطرت میں بڑے پیمانے پر کنویکشن

کرنٹس تشکیل پاتے ہیں۔ ایٹماسفیئر میں روز بروز ہونے والی ٹمپریچر کی تبدیلیاں علاقہ میں چلنے والی گرم یا سرد ہواؤں میں گردش کا نتیجہ ہوتی ہیں۔ نسیم بری اور نسیم بحری بھی کنویکشن کرنٹس کی مثالیں ہیں۔

نسیم بری اور نسیم بحری (Land and Sea Breezes)

نسیم بحری دن کے وقت کیوں چلتی ہے؟ نسیم بری رات کے وقت کیوں چلتی ہے؟

شکل 9.9: نسیم بحری دن کے اوقات میں سمندر سے خشکی کی طرف چلتی ہے۔

نسیم بری اور نسیم بحری کنویکشن کا نتیجہ ہیں۔ دن کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کی بہ نسبت زیادہ تیزی سے بڑھتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ زمین کی حرارت مخصوصہ پانی کی بہ نسبت بہت کم ہوتی ہے۔ زمین کے اوپر کی ہوا گرم ہو کر اوپر اٹھتی ہے اور اس کی جگہ لینے کے لیے قریب کے سمندر سے ٹھنڈی ہوا زمین کی طرف چلتی ہے۔ جیسا کہ شکل (9.9) میں دکھایا گیا ہے۔ اسے نسیم بحری کہتے ہیں۔

رات کے وقت زمین سمندر کے مقابلہ میں زیادہ تیزی سے ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ اس لیے سمندر کے اوپر کی ہوا نسبتاً زیادہ گرم ہونے کے باعث اوپر اٹھتی ہے۔ اس کی جگہ لینے کے لیے قریب کی خشکی سے نسبتاً ٹھنڈی ہوا سمندر کی طرف چلتی ہے جیسا کہ شکل (9.10) میں دکھایا گیا ہے۔ اسے نسیم بری کہتے ہیں۔

شکل 9.10: نسیم بری رات کے اوقات میں خشکی سے سمندر کی طرف چلتی ہے۔

نسیم بری اور نسیم بحری ساحلی علاقوں میں ٹمپریچر کو معتدل رکھنے میں کس طرح مدد کرتی ہیں؟

گلائیڈنگ (Gliding)

گلائیڈر کے ہوا میں رہنے کا سبب کیا ہے؟

ایک گلائیڈر جیسا کہ شکل (9.11) میں دکھایا گیا ہے ایک بغیر انجن کے چھوٹے ہوائی جہاز کی مانند دکھائی دیتا ہے۔ گلائیڈر کے پائلٹ کنویکشن کی وجہ سے بننے والی اوپر کی جانب اٹھنے والی گرم ہوا کے کرنٹس کا استعمال کرتے ہیں۔ گرم ہوا کے یہ بلند ہوتے ہوئے کرنٹس تھرملز (thermals) کہلاتے ہیں۔ گلائیڈرز ان تھرملز پر سوار ہو جاتے ہیں۔ تھرملز میں بلندی کی طرف بڑھتے ہوئے ہوا کے کرنٹس انہیں ایک لمبے عرصہ تک ہوا میں ٹھہرنے میں مدد دیتے ہیں۔

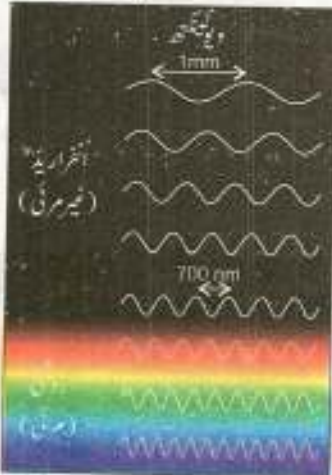
شکل 9.11: ایک گلائیڈر

تھرملز کس طرح پرندوں کو گھنٹوں تک پر پھڑ پھڑائے بغیر اڑنے میں مدد کرتے ہیں؟

پرندے اپنے پروں کو باہر کی جانب پھیلا کر ان تھرملز میں چکر لگاتے ہیں۔ ان تھرملز میں ہوا کی اوپر کی جانب موومنٹ پرندوں کو اپنے ساتھ بلند ہونے میں مدد دیتی ہے۔ عقاب، شکرے اور گدھ ماہر تھرمل سوار ہوتے ہیں۔ ایک مفت لفٹ (free lift) ملنے کے بعد پرندے اپنے پر پھڑ پھڑائے بغیر گھنٹوں پرواز کر سکتے ہیں۔ وہ ہوا میں ایک تھرمل سے دوسرے تھرمل تک گلائیڈ کرتے ہیں اور اس طرح لمبے فاصلے طے کرنے میں انہیں شاذ و نادر ہی پروں کو پھڑ پھڑانے کی ضرورت پڑتی ہے۔

شکل 9.12: پرندے ہوا کے تھرمل کرنٹس کا فائدہ اٹھاتے ہوئے پرواز کرتے ہیں۔

ریڈی ایشن (Radiation)

سورج ہیٹ انرجی کا بڑا ماخذ ہے۔ لیکن یہ انرجی زمین تک کیسے پہنچتی ہے؟ یہ ہم تک نہ تو کنڈکشن کے ذریعے پہنچ سکتی ہے اور نہ ہی کنویکشن کے ذریعے۔ کیونکہ سورج اور زمین کے ایٹماسفیئر کے درمیان خلا ہے۔ ایک تیسرا طریقہ ریڈی ایشن ہے جس کے ذریعہ حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ تک سفر کرتی ہے۔ یہ ریڈی ایشن ہی ہے جس کے ذریعہ حرارت سورج سے ہم تک پہنچتی ہے۔

شکل 9.13: تھرمل ریڈی ایشنز اور روشنی کا مرئی سپیکٹرم۔

ریڈی ایشن انتقالِ حرارت کا وہ طریقہ ہے جس میں حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ ویوز کی صورت میں سفر کرتی ہے۔ ان ویوز کو الیکٹرومیگنیٹک ویوز کہا جاتا ہے۔

حرارت ہم تک براہ راست کیسے پہنچتی ہے؟ ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ حرارت کی مثال انگیٹھی سے پہنچنے والی حرارت ہے۔ جیسا کہ شکل (9.14) میں دکھایا گیا ہے۔ ہوا حرارت کا ایک ناقص کنڈکٹر ہے۔ انگیٹھی کمروں کو گرم کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ انگیٹھی کی حرارت براہ راست ہوا میں سے ہم تک کنڈکشن سے نہیں پہنچتی نہ ہی یہ کنویکشن سے پہنچتی ہے۔ کیونکہ گرم ہوا اوپر کی جانب اٹھتی ہے۔ انگیٹھی سے حرارت ویوز کی شکل میں ریڈی ایشن کے ذریعہ براہ راست ہم تک پہنچتی ہے۔ ان ویوز کے راستے میں حائل کاغذ کا ایک ورق یا گتے کا ٹکڑا انہیں ہم تک

شکل 9.14: حرارت ہم تک ریڈی ایشن کے ذریعے پہنچتی ہے۔

پہنچنے سے روک لیتا ہے۔

تمام اجسام ریڈی ایشن کے ذریعے انرجی خارج کرتے ہیں۔ ریڈی ایشن کی صورت میں حرارت خارج ہونے کی شرح کا انحصار مختلف عوامل پر ہوتا ہے۔ جیسا کہ

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا

گرم چائے کا کپ کچھ دیر بعد ٹھنڈا کیوں ہو جاتا ہے؟ یخ (chilled) پانی کا گلاس کچھ دیر بعد گرم کیوں ہو جاتا ہے؟

ایک کمرے میں پڑے ہوئے تمام اجسام بشمول دیواریں، چھت اور کمرے کا فرش حرارت خارج کر رہے ہوتے ہیں۔ تاہم وہ ساتھ ساتھ حرارت جذب بھی کر رہے ہوتے ہیں۔ جب کسی جسم کا ٹمپریچر اس کے اردگرد کی اشیا سے زیادہ ہوتا ہے تب یہ حرارت جذب کرنے کی بہ نسبت زیادہ حرارت خارج کر رہا ہوتا ہے۔ یہاں تک کہ کچھ دیر بعد اس کا ٹمپریچر کم ہوتے ہوئے اردگرد کی اشیا کے ٹمپریچر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں جسم حرارت کی جتنی مقدار جذب کر رہا ہوتا ہے اتنی ہی مقدار خارج بھی کر رہا ہوتا ہے۔ جب کسی جسم کا ٹمپریچر اردگرد کی اشیا سے کم ہوتا ہے تو یہ حرارت جذب کرنے کی بہ نسبت حرارت کی کم مقدار خارج کر رہا ہوتا ہے۔ یہاں تک کہ اس کا ٹمپریچر بڑھتے بڑھتے ماحول کے ٹمپریچر کے مساوی ہو جاتا ہے۔ جس شرح سے مختلف سطحیں حرارت خارج کرتی ہیں، اس کا انحصار سطح کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ لیزلی کیوب (Lasile cube) استعمال کرتے ہوئے مختلف سطحوں کا موازنہ کیا جا سکتا ہے۔

ریڈی ایشن کا اخراج اور انجذاب
(Emission and Absorption of Radiation)

ایک لیزلی کیوب مختلف نوعیت کی دیواروں والا ایک میٹل بکس ہوتا ہے جیسا کہ شکل (9.15) میں دکھایا گیا ہے۔

لیزلی کیوب کی چار سطحیں اس طرح سے ہوتی ہیں۔

- ایک چمک دار نقرئی (silvered) سطح
- ایک بے رونق کالی سطح
- ایک سفید سطح
- ایک رنگین سطح

شکل 9.15: لیزلی کیوب سے نکلنے والی انرجی کی ویوز

ایک لیزلی کیوب میں گرم پانی بھر کر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کی کوئی ایک سطح ریڈی ایشن ڈی ٹیکٹر (detector) کے سامنے ہو۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ بے رونق کالی سطح نسبتاً زیادہ تیزی سے حرارت خارج کرتی ہے۔

جس شرح سے مختلف سطحیں حرارت جذب کرتی ہیں، اس کا انحصار ایسی سطحوں کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ آیئے ایک بے رونق کالی سطح اور دوسری نقرئی چمک دار سطح کا موازنہ کرتے ہیں۔ شکل (9.16) میں ایک موم بتی دونوں سطحوں کے درمیان دکھائی گئی ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ

شکل 9.16: ریڈی ایشن جذب کرنے کا موازنہ

ایک بے رونق سیاہ سطح زیادہ تیزی سے حرارت جذب کرتی ہے کیونکہ اس کا ٹمپریچر تیزی سے بڑھتا ہے۔ جبکہ ایک چمک دار سطح تیزی سے حرارت جذب نہیں کرتی کیونکہ اس کا ٹمپریچر بہت آہستگی سے بڑھتا ہے۔ ان سے اخذ کردہ مشاہدات کو نیچے دیے گئے ٹیبل میں دیا گیا ہے۔

سطح	اخراج کنندہ	جذب کنندہ	منعکس کنندہ
بے رونق سیاہ سطح	بہترین	بہترین	انتہائی خراب
رنگین سطح	اچھی	اچھی	ناقص
سفید سطح	ناقص	ناقص	اچھی
چمک دار نقرئی سطح	انتہائی خراب	انتہائی خراب	بہترین

یہ بھی دیکھنے میں آیا ہے کہ ریڈی ایشن سے انتقال حرارت اخراج کنندہ (emitter) یا جذب کنندہ (absorber) جسم کی سطح کے ایریا سے بھی متاثر ہوتا ہے۔ جتنا زیادہ کسی جسم کی سطح کا ایریا ہوگا اتنا ہی زیادہ انتقال حرارت ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ ریڈی ایٹرز میں ان کا سطحی ایریا بڑھانے کے لیے کافی بڑی تعداد میں

جھریاں یا درزیں (slots) ڈالی جاتی ہیں۔

گرین ہاؤس ایفیکٹ (Greenhouse Effect)

ایک گرین ہاؤس میں ٹمپریچر کو کس طرح سے برقرار رکھا جاتا ہے؟

سورج سے آنے والی روشنی، لمبے ویولینگتھ (wavelength) والی انفرا ریڈ (infrared) ویوز اور تھرمل ریڈی ایشنز کے ساتھ ساتھ مرئی روشنی اور مختصر ویولینگتھ والی الٹراوائلٹ (ultraviolet) ریڈی ایشنز پر مشتمل ہوتی ہے۔ گلاس اور پولی تھین (polythene) کی شفاف شیٹس مختصر ویولینگتھ کی ریڈی ایشنز کو بآسانی گزرنے دیتی ہیں۔ لیکن یہ لمبی ویولینگتھ کی تھرمل ریڈی ایشنز کو گزرنے نہیں دیتیں۔ اس طرح گرین ہاؤس ایک حرارتی جال (heat trap) بن جاتا ہے۔

شکل 9.17: گرین ہاؤس

گرین ہاؤس میں موجود اشیا کو گرم کر دیتی ہیں۔ یہ اشیا اور پودے جیسا کہ شکل (9.17) دکھایا گیا ہے لمبی ویولینگتھ کی ریڈی ایشنز خارج کرتے ہیں۔ گلاس اور شفاف پولی تھین کی شیٹس انہیں آسانی سے گزرنے نہیں دیتیں بلکہ واپس گرین

ہاؤس کو رفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اس طرح گرین ہاؤس کا اندرونی ٹمپریچر برقرار رہتا ہے۔ گرین ہاؤس ایفیکٹ کچھ پودوں کی بہتر نشوونما کے لیے انتہائی امید افزا ہے۔

زمین کے ایٹماسفیئر میں کاربن ڈائی آکسائڈ اور آبی بخارات شامل ہوتے ہیں۔ کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی بھی گلاس اور پولی تھین کی طرح سورج کی

شکل 9.18: گلوبل وارمنگ میں گرین ہاؤس ایفیکٹ

ریڈی ایشنز کو پھانس کر گرین ہاؤس ایفیکٹ پیدا کرتے ہیں جیسا کہ شکل (9.18) میں دکھایا گیا ہے اور زمین کا ٹمپریچر برقرار رکھتے ہیں۔ حالیہ سالوں کے دوران میں ایٹماسفیئر میں کاربن ڈائی آکسائڈ کی فیصد شرح میں خاطر خواہ اضافہ ہوا ہے۔ گرین ہاؤس ایفیکٹ کے باعث زیادہ حرارت روکنے کی وجہ سے یہ زمین کے اوسط ٹمپریچر میں اضافہ کا سبب بنتا ہے۔ یہ عمل گلوبل وارمنگ کے طور پر جانا جاتا ہے۔ اس کے زمین کی آب و ہوا پر خطرناک نتائج ہوتے ہیں۔

9.5 ریڈی ایشنز کا اطلاق اور نتائج
(Applications and Consequences of Radiations)

مختلف اجسام اپنے اوپر پڑنے والی حرارت کی ریڈی ایشنز کا کچھ حصہ جذب کر لیتے ہیں اور باقی ماندہ حصہ رفلیکٹ کر دیتے ہیں۔ کسی جسم کی جذب کردہ حرارت کی مقدار کا انحصار سطح کے رنگ اور نوعیت پر ہوتا ہے۔ ایک سیاہ اور کھردری سطح ایک

آپ کی معلومات کے لیے

ایک تھرماس فلاسک میں حرارت کا بیشتر حصہ اندر داخل ہونے یا باہر خارج ہونے سے روک دیا جاتا ہے۔ ایسے اقدامات کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ حرارت کو کم کرنے کے لیے کیے جاتے ہیں۔ لہٰذا اس میں رکھی جانے والی کوئی بھی چیز ایک لمبے عرصہ کے لیے اپنا ٹمپریچر برقرار رکھتی ہے۔

سفید یا پالش کی ہوئی سطح کے مقابلہ میں زیادہ حرارت جذب کرتی ہے۔ چونکہ حرارت کے اچھے جاذب (absorber) اچھے اخراج گر (emitter) بھی ہوتے ہیں۔ لہٰذا ایک سیاہ رنگ کا جسم کسی گرم روشن دن میں اس تک پہنچنے والی حرارت کو جلد جذب کرکے گرم ہو جاتا ہے اور اپنے ایٹما سفیئر میں حرارت خارج کرکے تیزی سے ٹھنڈا بھی ہو جاتا ہے۔ کھانا پکانے والے برتنوں کے پیندے سیاہ کیے جاتے ہیں۔ اس طرح ان کی حرارت جذب کرنے کی استعداد بڑھ جاتی ہے۔

روشنی کی طرح حرارت کی ریڈی ایشنز بھی رفلیکشن کے قوانین کی پیروی کرتی ہیں۔ کسی جسم سے رفلیکٹ کی گئی حرارت کی مقدار کا انحصار اس کی رنگت اور نوعیت پر ہوتا ہے۔ سفید سطحیں رنگین یا سیاہ سطحوں سے زیادہ ریڈی ایشنز رفلیکٹ کرتی ہیں۔ اسی طرح پالش کی گئی سطحیں بلحاظ کھردری سطحوں کے ریڈی ایشنز کا زیادہ بہتر رفلیکشن کرتی ہیں۔ پس ہم موسم گرما میں سفید اور ہلکے رنگ کے کپڑے پہنتے ہیں جو گرم دن کے وقت ہم تک پہنچنے والی حرارت کی ریڈی ایشنز کا بیشتر حصہ رفلیکٹ کر دیتے ہیں۔ ہم کھانا پکانے والے برتنوں اور کھانا گرم رکھنے والے برتنوں کی اندرونی سطح کو پالش کر دیتے ہیں تاکہ زیادہ سے زیادہ حرارت کی ریڈی ایشنز واپس رفلیکٹ ہو سکیں۔

خلاصہ

- حرارت زیادہ ٹمپریچر والے جسم سے کم ٹمپریچر والے جسم کی طرف بہتی ہے۔
- انتقالِ حرارت کے تین طریقے ہیں۔ کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن۔
- ٹھوس اجسام میں کسی جسم کے گرم حصے سے ٹھنڈے حصہ کی طرف ایٹمز کی وائبریشن اور آزاد الیکٹرونز کی موشن سے انتقالِ حرارت کے طریقہ کو کنڈکشن کہا جاتا ہے۔
- اکائی وقت میں گزرنے والی حرارت کی مقدار، حرارت کے بہاؤ کی شرح کہلاتی ہے۔
- ٹھوس اجسام میں سے گزرنے والی حرارت کی شرح کا انحصار جسم کے کراس سیکشنل ایریا، گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان فاصلہ، ٹمپریچر کے فرق اور میٹیریل کی نوعیت پر ہوتا ہے۔
- ایک میٹر کیوب کی مخالف سطحوں جن کے درمیان ایک کیلون ٹمپریچر کا فرق رکھا گیا ہو کے درمیان حرارت کے بہاؤ کی شرح کو کیوب کے میٹریل کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کہا جاتا ہے۔
- اچھے کنڈکٹرز میں انتقالِ حرارت بڑی آسانی سے ہوتا ہے۔ لہٰذا انگر، کوکنگ پلیٹ، بوائلر، ریڈی ایٹرز اور

- ریفریجریٹرز کے کنڈنسر وغیرہ میٹلز سے بنائے جاتے ہیں۔
- پانی حرارت کا ناقص کنڈکٹر ہے۔
- جو میٹیریل ہوا کو اپنے اندر جذب کر لیتے ہیں وہ بھی ناقص کنڈکٹرز ہوتے ہیں۔ جیسے اون، سمور، نمدا، پرندوں کے پر، پولی سٹائرین اور فائبر گلاس وغیرہ۔
- کسی سیال (مائع یا گیس) میں مالیکیولز کی گرم جگہ سے ٹھنڈی جگہ کی طرف موشن کے باعث انتقالِ حرارت کنویکشن کہلاتی ہے۔
- نسیم بری اور نسیم بحری کنویکشن کی مثالیں ہیں۔
- گلائیڈرز حرارت کی کنویکشن کے باعث اوپر کی جانب بلند ہونے والے گرم ہوا کے کرنٹس کا استعمال کرتے ہیں۔ ہوا کے کرنٹس ایک لمبے عرصہ کے لیے انہیں ہوا میں ٹھہرنے میں مدد دیتے ہیں۔
- ہوا کے کرنٹس کی اوپر کی جانب موشن کے سبب پرندے گھنٹوں اپنے پر پھڑپھڑائے بغیر محوِ پرواز رہنے کے قابل ہوتے ہیں۔
- ریڈی ایشن کی اصطلاح کا مطلب کسی جسم کی سطح سے الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی شکل میں انرجی کا مسلسل اخراج ہوتا ہے۔
- ریڈی ایشنز تمام اجسام سے خارج ہوتی ہیں۔
- ریڈی ایشنز خارج ہونے کی شرح کا انحصار متعدد عوامل پر ہوتا ہے۔ جیسے سطح کا رنگ اور نوعیت، ٹمپریچر اور سطح کا ایریا۔
- بے رونق سیاہ سطح حرارت کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہے۔ اس کا ٹمپریچر تیزی سے بڑھتا ہے۔
- ایک پالش شدہ سطح حرارت کی ناقص کنڈکٹر ہوتی ہے چونکہ اس کا ٹمپریچر آہستہ آہستہ بڑھتا ہے۔
- سورج سے آنے والی ریڈی ایشنز گلاس اور پولی تھین سے بآسانی گزر جاتی ہیں اور گرین ہاؤس میں موجود اشیا کو گرم کر دیتی ہیں۔ ان اشیا سے خارج ہونے والی ریڈی ایشنز کافی لمبی ویولینگتھ کی ہوتی ہیں۔ گلاس اور پولی تھین سے ان کا گزر نہیں ہو سکتا۔ اس طرح گرین ہاؤس کے اندر کا ٹمپریچر برقرار رہتا ہے۔
- زمین کے ایٹماسفیئر میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور آبی بخارات کی موجودگی گرین ہاؤس ایفیکٹ کا سبب بنتی ہے۔ لہٰذا زمین کا ٹمپریچر برقرار رہتا ہے۔
- کھانا پکانے والے برتنوں کے پیندے حرارت کی زیادہ مقدار جذب کرنے کے لیے سیاہ کر دیے جاتے ہیں۔
- رنگین یا سیاہ سطحوں کے مقابلہ میں سفید سطحوں سے زیادہ ریڈی ایشنز رفلیکٹ ہوتی ہیں۔ اسی طرح پالش شدہ سطحیں کھردری سطحوں کی بہ نسبت زیادہ ریڈی ایشنز رفلیکٹ کرتی ہیں۔ اس لیے موسمِ گرما میں ہم سفید یا ہلکے رنگوں کے کپڑے پہنتے ہیں۔
- ہم کھانا پکانے والے برتنوں کی اندرونی سطح کو ہیٹ ریڈی ایشنز کو رفلیکٹ کرنے کے لیے پالش کر دیتے ہیں۔
- تھرماس فلاسک گلاس کی دوہری دیواروں والے برتن پر مشتمل ہوتی ہے۔ جو کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن سے ہونے والے انتقالِ حرارت کو انتہائی کم کرتی ہے۔

سوالات

9.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

i ٹھوس اجسام میں انتقال حرارت کا طریقہ ہے:
(a) ریڈی ایشن (b) کنڈکشن
(c) کنویکشن (d) ابزارپشن

ii کسی دیوار کی موٹائی دوگنا کرنے پر اس کی تھرمل کنڈکٹیویٹی
(a) وہی رہتی ہے (b) دوگنا ہو جاتی ہے
(c) آدھی ہو جاتی ہے (d) ایک چوتھائی ہو جاتی ہے

iii میٹلز کے اچھے کنڈکٹرز ہونے کا سبب ہے:
(a) آزاد الیکٹرون
(b) ان کے مالیکیولز کا بڑا سائز
(c) ان کے مالیکیولز کا چھوٹا سائز
(d) ان کے ایٹمز کی تیز وائبریشنز

iv گیسز میں زیادہ تر انتقال حرارت کا سبب ہے:
(a) مالیکیولز کا ٹکراؤ (b) کنڈکشن
(c) کنویکشن (d) ریڈی ایشن

v کنویکشن کے ذریعے سے انتقال حرارت کا سبب ہے:
(a) مالیکیولز کی لینیئر موشن
(b) مالیکیولز کی زیریں جانب موشن
(c) مالیکیولز کی بالائی جانب موشن
(d) مالیکیولز کی آزادانہ موشن

vi مصنوعی اندرونی چھت لگانے کا مقصد ہوتا ہے:
(a) چھت کی اونچائی کم کرنا
(b) چھت کو صاف رکھنا
(c) کمرے کو ٹھنڈا کرنا
(d) چھت کو انسولیٹ کرنا

vii گیس ہیٹرز کے استعمال سے کمرے گرم کیے جاتے ہیں بذریعہ
(a) کنڈکشن (b) کنویکشن اور ریڈی ایشن
(c) ریڈی ایشن (d) کنویکشن

viii نسیم بری چلتی ہے:
(a) رات کے وقت سمندر سے خشکی کی طرف
(b) دن کے وقت سمندر سے خشکی کی طرف
(c) رات کے وقت خشکی سے سمندر کی طرف
(d) دن کے وقت خشکی سے سمندر کی طرف

ix مندرجہ ذیل میں سے کون سی شے حرارت کی اچھی ریڈی ایٹر ہے؟
(a) ایک چمکدار نقرئی سطح (b) ایک بے رونق سیاہ سطح
(c) ایک سفید سطح (d) ایک سبز رنگ کی سطح

9.2 میٹلز اچھی کنڈکٹرز کیوں ہوتی ہیں؟

9.3 وضاحت کیجیے کہ کیوں
(a) چھونے سے ٹھنڈی جگہ پر پڑی میٹل کی شے بہ نسبت لکڑی کے زیادہ ٹھنڈی محسوس ہوتی ہے؟
(b) نسیم بری خشکی سے سمندر کی جانب چلتی ہے؟
(c) گلاس کی دوہری دیوار والی بوتل تھرماس فلاسک میں استعمال ہوتی ہے؟
(d) صحرا دن کے دوران جلد گرم ہو جاتے ہیں اور غروب آفتاب کے بعد جلد ٹھنڈے ہو جاتے ہیں؟

9.4 گیسز میں کنڈکشن کا عمل کیوں نہیں ہوتا؟

9.5 آپ گھروں میں انرجی کے تحفظ کے لیے کون سے اقدامات تجویز کریں گے؟

9.6 سیال اشیا میں انتقالِ حرارت کنویکشن سے کیوں عمل میں آتی ہے؟

9.7 کنویکشن کرنٹس کا کیا مطلب ہے؟

9.8 گیسز میں کنویکشن کی وضاحت کے لیے ایک آسان سی سرگرمی تجویز کیجیے جو کتاب میں نہ دی گئی ہو۔

9.9 حرارت سورج سے ہم تک کیسے پہنچتی ہے؟

9.10 لیزلی کیوب کے ذریعے مختلف سطحوں کا موازنہ کیسے کیا جا سکتا ہے؟

9.11 گرین ہاؤس ایفیکٹ کیا ہے؟

9.12 گلوبل وارمنگ میں گرین ہاؤس ایفیکٹ کے اثر کی وضاحت کریں۔

مشقی سوالات

9.1 ایک گھر کی 20cm موٹائی کی کنکریٹ کی چھت کا ایریا $200\ m^2$ ہے۔ گھر کا اندرونی ٹمپریچر 15°C اور بیرونی ٹمپریچر 35°C ہے۔ وہ شرح معلوم کیجیے جس سے تھرمل انرجی چھت سے گزرے گی۔ جبکہ کنکریٹ کے لیے k کی قیمت $0.65\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔ $(13000\ Js^{-1})$

9.2 2.5 m x 2.0 m پیمائش کی گلاس کی کھڑکی میں سے ایک گھنٹا میں کتنی حرارت ضائع ہوگی۔ جبکہ اندرونی ٹمپریچر 25°C اور بیرونی ٹمپریچر 5°C ہے۔ گلاس کی موٹائی 0.8cm ہے۔ گلاس کے لیے k کی قیمت $0.8\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔ $(3.6 \times 10^7\ J)$

فرہنگ (Glossary)

اٹامک فزکس: فزکس کی وہ شاخ جس میں ایٹم کی ساخت اور اس کے خواص کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

اچھال کی فورس: کسی جسم پر مائع کے اچھال کی وجہ سے عمل کرنے والی فورس۔

افقی کمپونینٹ: فورس کا x-ایکسز کے ساتھ کمپونینٹ۔

الیکٹرو میگنیٹزم: فزکس کی وہ شاخ جس میں ساکن اور متحرک چارجز، ان کے اثرات اور ان کے میگنیٹزم کے ساتھ تعلقات کو زیر بحث لایا جاتا ہے۔

ان پٹ: مشین پر کیا گیا ورک۔

انتہائی فرکشن: فرکشن کی زیادہ سے زیادہ مقدار۔

انٹرنل انرجی: کسی جسم کے ایٹمز اور مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کا مجموعہ۔

انرشیا: کسی جسم کی وہ خصوصیت جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ پوزیشن یا یونیفارم موشن کی حالت میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

انرجی: کسی جسم کے ورک کرنے کی صلاحیت۔

اہم ہندسے: کسی پیمائش میں صحیح طور پر معلوم ہندسے اور پہلا مشکوک ہندسہ۔

ایفرٹ: مشین پر لگائی گئی فورس۔

ایفرٹ آرم: فلکرم اور ایفرٹ کا درمیانی فاصلہ۔

ایفرٹ مومنٹ: ایفرٹ اور ایفرٹ آرم کا حاصل ضرب۔

ایفی شینسی: آؤٹ پٹ اور ان پٹ کی نسبت۔

ایکسز آف روٹیشن: گردش کے دوران رجڈ باڈی کے تمام پوائنٹس مخصوص دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔ گھومتی ہوئی رجڈ باڈی کے مراکز کو ملانے والی سیدھی لائن۔

ایکسلریشن: کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح۔

ایکوی لبریم: اگر کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

ایلاسٹک پوٹینشل انرجی: دبے ہوئے یا کھینچے ہوئے سپرنگ کی انرجی۔

ایلاسٹک لمٹ: وہ لمٹ جس کے اندر جب جسم پر سے ڈیفارمنگ فورس کو ہٹایا جائے تو جسم اپنی اصل لمبائی، والیوم اور شکل میں واپس لوٹ آئے۔

ایلاسٹیسٹی: کسی جسم کی ایسی خاصیت جس میں وہ ڈیفارمنگ فورس کے ختم ہونے پر اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آئے۔

ایلاسٹیسٹی موڈولس: سٹریس اور سٹرین کی نسبت۔

ایوپوریشن: ایک مائع کی سطح سے اسے گرم کیے بغیر مائع کا بخارات میں تبدیل ہونا۔

اَن لائک پیرالل فورسز: وہ فورسز جو ایک دوسرے کے پیرالل لیکن مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں۔

آربٹل ولاسٹی: زمین کے گرد محو گردش سیٹلائٹ کی بلندی کے لحاظ سے مخصوص ولاسٹی۔

آواز: فزکس کی وہ شاخ جس میں آواز کی لہروں کے طبعی پہلوؤں، ان کی پیدائش، خواص اور اطلاق کا احاطہ کیا جاتا ہے۔

آئسولیٹڈ سسٹم: باہمی متصادم اجسام جن پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کر رہی ہو۔

آؤٹ پٹ: مشین کے ذریعے کیا گیا ورک۔

بنیادی مقدار: وہ مقدار جس کی بنیاد پر دوسری مقداریں اخذ کی جائیں۔

بنیادی یونٹس: بنیادی مقداروں کو بیان کرنے والے یونٹس

پاور: ورک کرنے کی شرح۔

پری فکسز: وہ الفاظ جو کسی یونٹ کے شروع میں اس کے ملٹی پلز یا سب ملٹی پلز کو ظاہر کرنے کے لیے اضافی طور پر استعمال کیے جاتے ہیں۔

پریشر: کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عموداً لگائی جانے والی فورس۔

پگھلاؤ کی مخفی حرارت: کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کا ٹمپریچر تبدیل کیے بغیر اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس سے مائع حالت میں تبدیل کرنے کے لیے درکار تھرمل انرجی۔

پلازما فزکس: فزکس کی وہ شاخ جس میں مادے کی آئیونک حالت کی پیدائش

اور خواص پر بحث کی جاتی ہے۔

پوٹینشل انرجی: کسی جسم کی پوزیشن کی وجہ سے ورک کرنے کی صلاحیت۔

پوزیشن: کسی جسم کا ایک فکسڈ پوائنٹ سے فاصلہ اور سمت۔

پیرالل فورسز: وہ فورسز جو ایک دوسرے کے پیرالل ہوں۔

تھرمل کنڈکٹیویٹی: ایک میٹر کیوب کی مخالف سطحوں کے درمیان حرارت کے بہاؤ کی شرح جن کے درمیان ایک کیلون ٹمپریچر کا فرق رکھا گیا ہو۔

تھرمومیٹر: ٹمپریچر کی پیمائش کرنے والا آلہ۔

تھرمومیٹری: ٹمپریچر کی پیمائش کرنے کا فن۔

ٹارک: کسی فورس کا گردشی اثر۔

ٹرانسلیٹری موشن: کسی جسم کی گھومے بغیر ایک ایسی لائن میں حرکت جو سیدھی بھی ہو سکتی ہے اور دائرہ نما بھی۔

ٹریگو میٹرک نسبتیں: کسی قائمۃ الزاویہ مثلث کے کوئی سے دو اضلاع کے مابین نسبت۔

ٹمپریچر: کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت۔

ٹینسائل سٹرین: لمبائی میں تبدیلی اور اصل لمبائی میں نسبت۔

ٹینشن: ڈوری کی سمت میں عمل کرنے والی فورس

جول: وہ ورک جو ایک نیوٹن فورس اپنی ہی سمت میں ایک میٹر تک حرکت دینے میں کرتی ہے۔

جیوفزکس: زمین کی اندرونی ساخت کے متعلق فزکس کی شاخ۔

حرارت: انرجی کی ایک شکل جو باہمی طور پر متصل دو اجسام میں ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

حرارت: فزکس کی وہ شاخ جس میں حرارت کی ماہیت، اس کے اثرات اور انتقال حرارت پر بحث کی جاتی ہے۔

حرارت کے بہاؤ کی شرح: اکائی وقت میں گزرنے والی حرارت کی مقدار۔

حرارتی گنجائش: کسی جسم کے ٹمپریچر میں ایک کیلون (1K) اضافہ کے لیے جذب کردہ تھرمل انرجی کی مقدار۔

ڈائنامکس: میکینکس کی وہ شاخ جس میں ہم کسی جسم میں موشن کے ساتھ اس کی وجوہات کا بھی مطالعہ کرتے ہیں۔

ڈس پلیسمنٹ: دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ۔

ڈی سلریشن یا ریٹارڈیشن: نیگیٹیو ایکسلریشن۔

ڈینسٹی: کسی جسم کے یونٹ والیوم کا ماس۔

روٹیٹری موشن: کسی جسم کا اپنے ایکسز کے گرد گھومنا۔

روشنی: فزکس کی وہ شاخ جو روشنی کے طبیعی پہلوؤں اور اس کے خواص کے مطالعہ کے متعلق ہے۔

رولنگ فرکشن: رول کرنے والے جسم اور اس سطح جس پر وہ رول کر رہا ہو کے درمیان عمل کرنے والی فورس۔

ریڈی ایشن: انتقال حرارت کا وہ طریقہ جس میں حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ ویوز کی صورت میں سفر کرتی ہے۔

ریزلٹنٹ فورس: دو یا دو سے زیادہ فورسز کو جمع کرنے سے حاصل ہونے والی فورس۔

ریزولیوشن آف فورس: کسی فورس کو اس کے عمودی کمپونینٹس میں تحلیل کرنا۔

ریسٹ: اگر کوئی جسم گردوپیش کے حوالے سے اپنی پوزیشن تبدیل نہ کرے۔

رینڈم موشن: کسی جسم کی بے ترتیب انداز سے حرکت۔

سادہ مشین: ایسی شے جو زیادہ آسانی سے ورک کرنے میں مدد دیتی ہے۔

سائنسی طریقہ کار: ایک مخصوص طریقہ جو سچائی کی تلاش کے لیے اختیار کیا جاتا ہے۔

سائنٹیفک نوٹیشن: اعداد کو دس کی مناسب پاور یا پری فکس سے لکھنا۔ اس میں ڈیسی مل پوائنٹ سے پہلے صرف ایک نان زیرو ہندسہ ہوتا ہے۔

سپیڈ: کسی جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ۔

سٹریس: وہ فورس جو کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کر کے اس کی شکل میں بگاڑ پیدا کرے۔

سٹرین: سٹریس کے زیر اثر جسم کی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی۔

سٹیبلیٹی: کسی جسم کی ایسی خاصیت جس میں کسی بیرونی فورس کے لگائے بغیر تبدیلی رونما نہیں ہوتی۔

سٹیٹک فرکشن: جب فورس لگانے سے دو سطحوں کے درمیان حرکت پیدا نہ ہو۔

سرفیس ٹینشن: کسی مائع کی سطح کے ساتھ عمل کرنے والی فورس۔

سرکلر موشن: دائرے میں حرکت کرتے ہوئے جسم کی موشن۔

سکیلر: ایک طبیعی مقدار جسے مکمل طور پر صرف عددی مقدار سے بیان کیا جا سکے۔

سلائیڈنگ فرکشن: آپس میں دو سلائیڈ کرنے والی سطحوں کے درمیان فرکشن۔

سنٹر آف گریویٹی: کسی جسم کا وہ پوائنٹ جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا ہوا محسوس ہوتا ہے۔

سنٹر آف ماس: کسی جسم کا ایک ایسا پوائنٹ جہاں پر لگائی گئی فورس سسٹم کو حرکت دیتی ہے۔

سینٹری پیٹل ایکسلریشن: سینٹری پیٹل فورس کے ذریعے پیدا کیا گیا ایکسلریشن۔

سینٹری پیٹل فورس: کسی جسم کو دائرے میں گھمانے والی فورس۔

سینٹری فیوگل فورس: سینٹری پیٹل ری ایکشن۔

شمسی سال: فلکی اجسام کا فاصلہ معلوم کرنے کے لیے استعمال ہونے والا یونٹ جو 9.46×10^{15} m کے برابر ہے۔

طبیعی مقداریں: وہ مقداریں جن کی پیمائش کی جا سکے۔

عمودی کمپونینٹس: کسی فورس کے ایسے کمپونینٹس جو ایک دوسرے کے باہمی عموداً ہوں۔

غیر قیام پذیر ایکوی لبریم: کسی جسم کا اپنی پہلی پوزیشن سے ہلانے پر نئی پوزیشن پر جا کر ٹھہر جانا۔

فاصلہ: دو پوائنٹس کے درمیان راستے کی لمبائی۔

فرکشن: وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے۔

فزکس: سائنس کی وہ شاخ جس میں مادہ اور انرجی کے خواص اور ان کے درمیان باہمی تعلق کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

فلکرم: ایسا پوائنٹ جس کے گرد لیور گھومتا ہے۔

فورس آف گریویٹیشن: وہ فورس جس کی وجہ سے کائنات میں موجود ہر جسم ہر دوسرے جسم کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔

فورس کے کمپونینٹس: وہ فورسز جو جمع کرنے پر ریزلٹنٹ فورس کے برابر ہوتی ہیں۔

قیام پذیر ایکوی لبریم: اگر کوئی جسم انتہائی معمولی سا ٹیڑھا کر کے چھوڑنے پر اپنی پہلی حالت میں واپس آ جائے۔

کائنیمیٹکس: موشن کی وجہ کو زیر بحث لائے بغیر کسی جسم کی موشن کا مطالعہ۔

کائنیٹک انرجی: کسی جسم میں اس کی موشن کے باعث پائی جانے والی انرجی۔

کائنیٹک فرکشن: موشن کے دوران فرکشن۔

کپل: دو ایسی ان لائک پیرالل فورسز جو مقدار میں مساوی لیکن ایک لائن میں نہ ہوں۔

کلوواٹ آور: ایک کلوواٹ کی شرح سے ایک گھنٹا میں کیا گیا ورک۔

کنڈکشن: ٹھوس اجسام میں ایٹمز کی وائبریشنز اور آزاد الیکٹرونز کی تیز رفتاری سے گرم حصوں سے سرد حصوں کی جانب انتقال حرارت۔

کنویکشن: مالیکیولز کی گرم جگہ سے سرد جگہ کی جانب حقیقی موومنٹ سے حرارت کی منتقلی۔

کوائفی شینٹ: ایک کیلون ٹمپریچر میں تبدیلی سے لمبائی میں ہونے والا اضافہ۔

گریویٹیشنل ایکسلریشن: زمین کی گریویٹی کی وجہ سے ایکسلریشن۔

گریویٹیشنل پوٹینشل انرجی: کسی جسم کی گریویٹیشنل فیلڈ میں اس کی پوزیشن کی وجہ سے انرجی۔

گریویٹیشنل فورس: دو اجسام کے درمیان باہمی کشش کی فورس۔

گریویٹیشنل فیلڈ: خلا میں موجود ایسا جہاں پر ایک پارٹیکل گریویٹیشنل

فورس محسوس کرے گا۔

گریوی ٹیشنل فیلڈ فورس: کسی جسم پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس خواہ وہ جسم زمین کے ساتھ متصل ہو یا نہ ہو۔

گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت: زمین کے گریوی ٹیشنل فیلڈ میں کسی جگہ یونٹ ماس پر عمل کرنے والی فورس۔

لائک پیرالل فورسز: وہ فورسز جو ایک دوسرے کے پیرالل اور ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں۔

لائن آف ایکشن آف فورس: وہ لائن جس کی سمت میں کوئی فورس عمل کرتی ہے۔

لوڈ: مزاحمت یا اٹھایا گیا وزن۔

لوڈ آرم: فلکرم اور لوڈ کا درمیانی فاصلہ۔

لوڈ مومنٹ: لوڈ اور لوڈ آرم کا حاصل ضرب۔

لی نیئر موشن: کسی جسم کی خط مستقیم میں حرکت۔

لیور: کسی پوائنٹ کے گرد گھومنے والا مضبوط راڈ۔

ماخوذ مقدار: وہ مقدار جو بنیادی مقدار سے اخذ کی گئی ہو۔

ماخوذ یونٹس: ماخوذ مقداروں کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والے یونٹس۔

ماس: کسی جسم میں مادہ کی مقدار۔

مخصوص حرارتی گنجائش: حرارت کی وہ مقدار جو کسی شے کے ایک کلوگرام ماس میں 1 K ٹمپریچر کی تبدیلی لانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مصنوعی سیٹلائٹس: سائنسدانوں کے بنائے گئے اجسام جو زمین کے گرد فکسڈ آربٹس میں چکر لگاتے ہیں۔

مکینیکس: فزکس کی وہ شاخ جس میں اجسام کی حرکت کے اثرات اور وجوہات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

مکینیکل ایڈوانٹیج: لوڈ اور افرٹ کی نسبت۔

موشن: اگر کوئی جسم اپنے گردوپیش کے لحاظ سے اپنی پوزیشن تبدیل کرے۔

مومنٹ آرم: ایکسز آف روٹیشن اور لائن آف ایکشن آف فورس کے درمیان عمودی فاصلہ۔

مومینٹم: کسی جسم کے ماس اور ولاسٹی کا حاصل ضرب۔

نیگیٹیو ویکٹر: ایسا ویکٹر جس کی عددی مقدار کسی دوسرے ویکٹر کے برابر لیکن سمت دوسرے ویکٹر کے مخالف ہو۔

نیوکلیئر فزکس: فزکس کی وہ شاخ جو ایٹم کے نیوکلیائی اور اس میں موجود پارٹیکلز کے خواص اور طرز عمل سے متعلق ہے۔

واٹ: اگر کوئی جسم ایک سیکنڈ میں ایک جول ورک کرے۔

والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ: ایک کیلون ٹمپریچر میں تبدیلی سے یونٹ والیوم میں ہونے والا اضافہ۔

وائبریٹری موشن: کسی جسم کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن۔

ورک: فورس اور ڈس پلیسمنٹ کا حاصل ضرب۔

وزن: کسی جسم پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشن کی فورس۔

ولاسٹی: ڈس پلیسمنٹ میں تبدیلی کی شرح۔

ویپورائزیشن کی مخفی حرارت: حرارت کی وہ مقدار جو کسی مائع کے یونٹ ماس کو اس کے ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر مکمل طور پر گیس میں تبدیل کرتی ہے۔

ویکٹر: ایک طبعی مقدار جسے عددی قیمت اور سمت کے ساتھ مکمل طور پر بیان کیا جا سکے۔

ینگز موڈولس: سٹریس اور ٹینسائل سٹرین میں نسبت۔

یونیفارم ایکسلریشن: اگر کسی جسم کی ولاسٹی وقت کے مساوی وقفوں میں ایک ہی جتنی تبدیل ہو۔

یونیفارم سپیڈ: اگر کوئی جسم وقت کے مساوی وقفوں میں برابر فاصلہ طے کرے۔

یونیفارم ولاسٹی: اگر کسی جسم کا وقت کے مساوی وقفوں میں ڈس پلیسمنٹ یونیفارم ہو۔

انڈیکس

کتابیات

	Name of Book	Name of Author/Authors
1.	Coordinated Science Physics	Stephen Pople and Peter Whitehead
2.	Science Insight	Michael Dispezio & Others
3.	Lower Secondary Science I & II	Singapore
4.	Physics for you	Keith Johnson
5.	A textbook of Physics for class 9 Edition 2003	Prof . M. Tahir Hassan, Prof. Sultan Khan and Prof. Syed Naeem Akhtar Zaidi
6.	Physics class 9 ;Edition 2002	Punjab textbook Board, Lahore.
7.	Physics	Resnick & Halliday
8.	Physics	Raymond A. Serway and Robert J. Beichner
9.	Nelson Physics	Alan Storen and Ray Martine
10.	Nuffield Coordinated Science	Nuffield Project
11.	An Introduction to Physical Science	James T.Shipman snf Jerry D.Wilson
12.	New Certificate Physics	L. E. Folivi and A. Godman
13.	O-Level Physics	A.F. Abbott
14.	Physics Now	Peter D. Riley
15.	Target Science, Physics Foundation Tier	Stephen Pople
16.	Coordinated Science; Physics	Stephen Pople
17.	Fundamentals of Physics	Peter J. Nolan
18.	GCSE Physics	Tom Duncan

ورزش جسم کے لیے بہت ضروری ہے اس سے انسان سارا دن چست رہتا ہے۔

ہاتھوں اور پاؤں کی صفائی کا خاص خیال رکھیں۔ ناخنوں کو وقت پر تراشتے رہنا چاہیے تاکہ ان میں میل جمع نہ ہو۔